دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

پردیس ابوریحان

القای پاجوش‌دهی گیاه آنتوریوم گلدانی با استفاده از برهمکنش تیمارهای سرما، تنظیم‌کننده رشد و طیف‌نور

نگارش

محمد اینانلو

استاد راهنما

دکتر شیرین دیانتی دیلمی

استاد مشاور

دکتر سعادت ساریخانی

مهندس محمود امیری

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc) در رشته علوم و مهندسی باغبانی گرایش گیاهان زینتی

بهمن ۱۴۰۱

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب **محمد اینانلو** دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد در رشته **علوم ومهند سی باغبانی** گرایش **گیاهان زینتی** که در تاریخ ..... از پایان نامه خود تحت عنوان:

" القای پاجوش‌دهی گیاه آنتوریوم با استفاده از برهمکنش تیمارهای سرما، تنظیم‌کننده رشد و طیف‌نور "

دفاع نموده‌ام، بدینوسیله متعهد می‌شوم :

۱) مطالب مندرج در این پایان‌نامه/ رساله حاصل پژوهش اینجانب بوده و در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران اعم از پایان‌نامه، کتاب، مقاله و غیره استفاده نموده‌ام، با رعایت کامل امانت و مطابق مقررات موجود، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در فهرست مربوطه ذکر نموده‌ام.

۲) تمامی یا بخشی از این پایان‌نامه/ رساله به صورت کامل یا بخشی از آن، قبلاً برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی (هم سطح، پایین‌تر یا بالاتر) در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی ارائه نشده است.

۳) مقالات مستخرج از این پایان نامه/ رساله نتایج پژوهش اینجانب می‌باشد و از هر گونه جعل و یا تغییر اطلاعات پرهیز نموده‌ام.

۴) از ارسال همزمان و یا تکراری مقالات مستخرج از این پایان‌نامه/ رساله (با بیش از ۳۰ درصد همپوشانی) به نشریات و یا کنگره‌های گوناگون خودداری می‌نمایم.

۵) کلیه حقوق مادّی و معنوی حاصل از این پایان‌نامه/ رساله، متعلق به دانشگاه تهران است و متعهد می‌شوم هرگونه بهره‌مندی و یا نشر دستاوردهای حاصل از این تحقیق اعم از چاپ کتاب، مقاله، ثبت اختراع و غیره (چه در زمان دانشجویی و یا بعد از فراغت از تحصیل) با کسب مجوزهای مربوطه از تیم استادان راهنما و حوزه معاونت پژوهشی پردیس باشد.

۶) در صورت اثبات تخلف (در هر زمان)، مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه تهران از درجه اعتبار ساقط می‌شود و اینجانب هیچگونه ادعایی نخواهم داشت.

نام و نام خانوادگی دانشجو: محمد اینانلو

امضا

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تقدیم به:

خدایی که آفرید

جهان را، انسان را، عقل را، علم را، معرفت را، عشق را

و به کسانی که عشقشان را در وجودم دمید.

تقدیم با بوسه بر دستان پدرم:

به او که نمی‌دانم از بزرگی‌اش بگویم یا مردانگی، سخاوت، سکوت، مهربانی و...

پدرم راه تمام زندگیست

پدرم دلخوشی همیشگیست

و تقدیم به مادر عزیزتر از جانم:

مادرم، هستی من ز هستی تو ست تا هستم و هستی دارمت دوست

گلسار جاودانی مادر است

چشم سار مهربانی مادر است

و تقدیم به پدر مادرهایی که برای آزادی و آبادانی وطن جان فرزندانشان را دادند.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تقدیر و تشکر:

بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجلّ از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم. بر حسب وظیفه و از باب "من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر الله عزّ و جلّ: "

از استاد فرهیخته و فرزانه سرکار خانم دکتر شیرین دیانتی دیلمی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این پایانامه را بر عهده گرفتند.

از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر سعادت ساریخانی که زحمت مشاوره این پایانامه را در حالی متقبل شدند که بدون مساعدت ایشان، این پایانامه به نتیجه مطلوب نمی رسید.

از اساتید محترم جناب آقای دکتر ساسان علی نیائی فرد و دکتر علیرضا بابایی که قبول زحمت نمودند و داوری این پایانامه را بر عهده گرفتن کمال تشکر را دارم.

نهایت تشکر را از مدیریت محترم گلخانه قزوینیان جناب مهندس قزوینیان که به ما به عنوان دانشجو بها دادند و قبول زحمت انجام پروژه داخل گلخانه و تهیه مواد گیاهی را کردند.

از خانواده عزیزم و دوستانم که مراد اجرای این پایانامه یاری کردند کمال تشکر را دارم.

باشد که این خردترین، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

چکیده

آنتوریوم (*Anthurium*) یک گیاه زینتی با ارزش تجاری است که با افزایش تقاضای روز افزون بازارهای داخلی و جهانی، توجه پرورش‌دهندگان به این بخش زیاد شده است. ما در این پژوهش در راستای کاهش معایب تکثیر آنتوریوم از طریق پاجوش از جمله طولانی بودن زمان تکثیر و تعداد کم پاجوش در زمان معین از گیاه مادری دو آزمایش را طراحی کردیم. در آزمایش اول تیمار تنظیم‌کننده رشد در سه سطح (شاهد، جیبرلین ۳۰۰ppm، بنزیل آدنین ۷۵۰ ppm) بر روی گیاهانی انجام شد که تحت تیمار تنش سرمایی در پنج سطح (شاهد، ۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ و ۱۲۰ ساعت و نیز ۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ و ۱۲۰ ساعت) قرار گرفته بودند. در این آزمایش بیشترین تعداد پاجوش (۶/۳۳) و وزن گل و کمترین تعداد برگ درگیاهانی مشاهده شد که به مدت زمان ۷۲ساعت تحت تیمار سرمای ۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته بودند و با تنظیم-کننده رشد محلول‌پاشی نشده بودند. بیشترین تعداد برگ و ارتفاع بوته مربوط به تیمار محلول‌پاشی با جیبرلین و بدون سرما بود. بیشترین وزن تر ریشه و کربوهیدرات محلول مربوط به تیمار سرمای۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت زمان ۱۲۰ساعت و بدون محلول‌پاشی بود. بیشترین وزن خشک ساقه و مقدارآنتوسیانین پس از سرمای۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت زمان ۱۲۰ساعت و با استفاده از محلول‌پاشی بنزیل آدنین بدست آمد. در آزمایش دوم گیاهان تحت برهمکنش تیمار سرمایی در پنج سطح به شرح فوق و سه سطح نورتکمیلی با شدت ۱۲۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه شامل نور طبیعی (شاهد) و نور تکمیلی در طیفهای آبی و سبز قرار گرفتند. بیشترین تعداد پاجوش (۸/۳۳) مربوط به تیمار طیف نور آبی بدون تیمار تنش سرمایی بود. بیشترین وزن خشک ساقه و نسبت کلروفیل a/b مربوط به تیمار طیف نورآبی پس از سرمای۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ساعت بود. بیشترین وزن تر ریشه و کربوهیدرات محلول تخت نور طبیعی پس از تیمار ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ساعت بدون مشاهده شد. بیشترین مقدار کلروفیل کل و کارتنوئید در گیاهان تحت تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ساعت مشاهده شد. بیشترین مقادیرکارتنوئید و کلروفیل کل بین تیمارهای طیف نوری به ترتیب مربوط به نور آبی و تیمار شاهد بود. بیشترین مقدار آنتوسیانین هم مربوط به تیمار طیف نور آبی پس از سرمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ساعت تولید شده بود. با توجه به نتیجه به دست آمده می توان تیمار نور تکلمیل طیف آبی را بعنوان بهترین تیمار برای افزایش تعداد پاجوش و کاهش زمان مورد نیاز برای پاجوش دهی معرفی نمود. به نظر می رسد تیمار نورآبی و سرما از طریق تغییر فاز در گیاه و اخلال در انتقال اکسین باعث افزایش پاجوش در گیاه آنتوریوم می‌شوند.

کلمات کلیدی: پاجوش، طیف نور، تنظیم‌کننده رشد، تنش سرما

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فهرست مطالب

عنوان | شماره صفحه

فصل اول ۱

۱-۱-مقدمه ۲

۱-۲- انگیزه اصلی انجام آزمایش ۳

۱-۲-۱ ضرورت انجام آزمایش ۳

۱-۲-۲- فرضیات پژوهش ۳

۱-۳- اهداف تحقیق ۴

فصل دوم ۵

۲-۱-گیاه شناسی ۶

۲-۱-۱- پراکنش و زیستگاه ٦

۲-۱-۲- خانواد آنتوریوم ٦

۲-۱-۳- مشخصات گل آذین، ریشه، ساقه و برگ آنتوریوم ۷

۲-۱-۴- نیاز نوری ۸

۲-۱-۵- دما و رطوبت ۹

۲-۱-۶- ثکثیر ۹

۲-۲- سرما ۱۰

۲-۳-هورمون ۱۳

۲-۳-۱- جیبرلین ۱٤

۲-۳-۲- سیتوکینن ۱٦

۲-۴- نور ۱۹

۲-۴-۱- نور و فتوسنتز ۲۱

۲-۴-۲- تست OJIP ۲٤

۲-۴-۳- نور آبی ۲٦

۲-۴-۴- نور سبز ۲۹

فصل سوم ۳۲

۳-۱- مواد و روش‌ها ۳۳

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۳-۱-۱-زمان و محل اجرای پژوهش ۳۳
۳-۱-۲- مواد گیاهی و شرایط رشدی ۳۳
۳-۱-۳- نحوه اعمال تیمارها ۳٤
۳-۲- صفات مورد ارزیابی ۳۸
۳-۲-۱- قطر و ارتفاع گیاه ۳۸
۳-۲-۲- تعداد پاجوش و برگ و گل ۳۸
۳-۲-۳- سطح برگ ۳۹
۳-۲-۴- حجم ریشه ۳۹
۳-۲-۵- وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه و گل ۳۹
۳-۲-۶- مقادیر کلروفیل ٤۰
۳-۲-۷- آنتوسیانین ٤۰
۳-۲-۸- کربوهیدرات محلول ٤۱
۳-۲-۹- تستOJIP ٤۱
۳-۳- محاسبات آماری ۴۳
فصل چهارم ۴۴
۴-۱- صفات مورفولوژیکی ۴۵
۴-۱-۱- تعداد پاجوش ٤۵
۴-۱-۲-شاخص رشد تعداد برگ ٤۷
۴-۱-۳- تعدادگل ۵۱
۴-۱-۴- ارتفاع ۵۱
۴-۱-۵- میزان رشد قطر ساقه ۵۲
۴-۲- زیست توده اندام هوایی گیاه ۵۴
۴-۲-۱-وزن ترگل ۵٤
۴-۲-۲- وزن خشک گل ۵٦
۴-۲-۳- وزن تر برگ ۵٦
۴-۲-۴- وزن خشک برگ ۵۷
۴-۲-۵- وزن تر ساقه ۵۷
۴-۲-۶- وزن خشک ساقه ۵۹
۴-۳- خصوصیات ریشه ۶۰
۴-۳-۱- وزن تر ریشه ٦۱
۴-۳-۲- وزن خشک ریشه ٦۲

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۴-۳-۳- حجم ریشه ٦٢
۴-۴- خصوصیات رنگیزه‌ها ۶۵
۴-۴-۱- کلروفیلa ٦٥
۴-۴-۲- کلروفیل b ٦٧
۴-۴-۳- کلروفیل کل ٦٧
۴-۴-۴- نسبت کلروفیل a/b ٦٨
۴-۴-۵- کارتنوئید ٦٨
۴-۵- خصوصیات بیوشیمیایی ۶۸
۴-۵-۱- آنتوسیانین ٦٩
۴-۵-۲- کربوهیدرات محلول ٧٠
ب-۴-۱- صفات مورفولوژیکی ٧٢
ب-۴-۱-۱- تعداد پاجوش ٧٣
ب-۴-۱-۲- تعداد برگ ٧٥
ب-۴-۱-۳- تعداد گل ٧٦
ب-۴-۱-۴- ارتفاع گیاه ٧٦
ب-۴-۱-۵- قطر ساقه ٧٦
ب-۴-۲- بیومس اندام هوایی گیاه ٧٧
ب-۴-۲-۱- وزن ترگل ٧٧
ب-۴-۲-۲- وزن خشک گل ٧٧
ب-۴-۲-۳- وزن تر برگ ٧٨
ب-۴-۲-۴- وزن خشک برگ ٧٩
ب-۴-۲-۵- وزن تر ساقه ٨٠
ب-۴-۲-۶- وزن خشک ساقه ٨١
ب-۴-۳- خصوصیات ریشه ٨٢
ب-۴-۳-۱- وزن تر ریشه ٨٣
ب-۴-۳-۲- وزن خشک ریشه ٨٤
ب-۴-۳-۳- حجم ریشه ٨٥
ب-۴-۴- خصوصیات رنگدانه‌ها ٨٦
ب-۴-۴-۱-کلروفیلa ٨٦
ب-۴-۴-۲-کلروفیلb ٨٨
ب-۴-۴-۳- کلروفیل کل ٩١

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

ب-۴-۴-۴- نسبت کلروفیل a/b ۹۲
ب-۴-۴-۵- کارتنوئید ۹۳
ب-۴-۵- خصوصیات بیوشیمیایی ۹۷
ب-۴-۵-۱- آنتوسیانین ۹۷
فصل پنجم ۱۰۲
۵-۱- نتیجه گیری ۱۰۳
۵-۲- پیشنهادات ۱۰۵
پیوست ها ۱۰۸
منابع ۱۱۰

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فهرست جداول

عنوان | شماره صفحه

۳-۱- جدول مقدار عناصر فرمول کودی بر حسب میلی گرم بر لیتر ۳۷

۴-۱- جدول تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی در آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد XL09 ..... ۴۵

۴-۲- جدول تجزیه واریانس مربوط به صفات مربوط به زیست توده اندام هوایی گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9 ..... ۵۴

۴-۳- جدول تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات ریشه گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9 ..... ۶۰

۴-۴- جدول تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات رنگدانهها گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9 ..... ۶۵

۴-۵- جدول تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات شیمیایی گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9 ..... ۶۸

ب-۴-۱ - جدول تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی در آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد XL09 ..... ۷۳

ب-۴-۲- جدول تجزیه واریانس مربوط به بیومس اندام هوایی گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9 ..... ۷۷

ب-۴-۳- جدول تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات ریشه گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9 ..... ۸۲

ب-۴-۴- جدول تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات رنگدانهها گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9 ..... ۸۶

ب-۴-۵- جدول تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات بیوشیمیایی گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9 ..... ۹۷

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فهرست شکل‌ها

عنوان | شماره صفحه

شکل۲-۱- مسیر سیگنالینگ سرما (ب) مسیر اثرات سرما بر هورمونهای گیاهی(الف) ۱۲
شکل۲-۲- مسیر بیوسنتز (A) و سیگنالنگ جیبرلین(B) در گیاه آرابیدوپسیس ۱۵
شکل۲-۳- مسیر بیوسنتز(الف) و سیگنالینگ سیتوکینن(ب) ۱۸
شکل۲-۴- طول موج دریافتی نور در گیاهان توسط دو کلروفیل A و B..... ۲۱
شکل۲-۵- دستگاه فتوسنتزی ۲۱
شکل۲-۶- انتقال حالت در دستگاه فتوسنتزی ۲٤
شکل۲-۷-.منحنی القاء فلئورسنس کلروفیل که در یک فاصله زمانی کوتاه اندازهگیري شده است ۲٦
شکل۲-۸- مسیر سیگنالینگ گیرنده کریپتوکروم ۲۸
شکل۳-۱- محل اجرای پژوهش در گلخانه آقای مهندس قزوینیان ۳۳
شکل۳-۲- آنتوریوم گلدانی رقم جامبو ردXL09..... ۳٤
شکل۳-۳- قرار دادن گیاهان در سردخانه..... ۳۵
شکل ۳-۴-(الف) تایمر تنظیم کننده برای خاموش و روشن کردن لامپ ها،(ب) تنظیم شدت نور مناسب با استفاده از دستگاه پارفلور پن..... ۳٦
شکل ۳-۵-(الف) گیاهان تحت تیمار طیف نور آبی، (ب) گیاهان تحت تیمار طیف نور سبز ۳٦
شکل ۳-۶- بستر کشت ترکیب کوکوپیت و پرلایت ۳۷
شکل ۳-۷- اندازه گیری قطر گیاه با استفاده از کولیس ۳۸
شکل ۳-۸- اندازه گیری مساحت برگ با استفاده از نرم افزار DIGIMAIZER ۳۹
شکل ۳-۹- اندازه گیری وزن تر گل با ترازو ٤۰
شکل ۳-۱۰- واکنش بافت برگ با متانول پس از سانتریفوژ در کووت ٤۱
شکل ۳-۱۱- مراحل اندازه گیری کربوهیدرات محلول..... ٤۱
شکل ۵-۱۲- تست OJIP با دستگاه پار فلورپن ٤۲
جدول ۳-۲- پارامترهای خروجی جهت محاسبات و بررسی زنجیره انتقال الکترون..... ٤۲
شکل۴-۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیمکننده رشد و سرما بر پاجوشدهی ٤٦
شکل ۴-۲- پاجوشدهی مربوط به تیمار برتر ٤۷
شکل۴-۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرمایی بر تعداد برگ ٤۸
شکل۴-۴- (الف) کمترین تعداد برگ در گیاه بدون تیمارسرما (ب) بیشترین تعداد برگ در گیاه تحت سرمای ۱۰ درجه سانتیگراد..... ٤۹
شکل۴-۵- اثر تنظیمکننده رشد مختلف بر تعداد برگ ۵۰
شکل۴-۶-(الف) گیاه تحت تیمار تنظیم کننده رشد (BA) که رشد برگ کمتری دارد. (ب)گیاه تحت تیمار تنظیمکننده رشد (GA) که رشد برگ زیادی دارد. ۵۱
شکل۴-۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیمکننده رشد و سرما بر میزان رشد ارتفاع..... ۵۲
شکل۴-۸- (الف)کمترین رشد ارتفاع مربوط به برهمکنش سرما با تنظیمکننده رشد(BA)(ب) بیشترین رشد در ارتفاع مربوط به تیمار تنظیمکننده رشد(GA) ۵۲
شکل۴-۹-مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر سطح برگ..... ۵۳
شکل۴-۱۰- (الف)کمترین ساحت سطح برگ مربوط به تیمار بدون سرما (ب) بیشترین مساحت برگ مربوط به تیمار سرمایی ۱۰ درجه با مدت ۷۲ ساعت..... ۵۳
شکل۴-۱۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیمکننده رشد و سرما بر وزن تر اندام زایشی ۵۵
شکل۴-۱۲- مقایسه میانگین اثرمتقابل تیمارهای مختلف تنظیمکننده رشد و سرما بر وزن تر برگ..... ۵۷
شکل۴-۱۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیمکننده رشد و سرما بر وزن خشک برگ..... ۵۷
شکل۴-۱۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیمکننده رشد و سرما بر وزن تر ساقه ۵۸

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

شکل۴-۱۵- (الف) کمترین تنهجوش و وزن ساقه مربوط به محلولپاشی تنظیمکننده رشد(GA) (ب) افزایش تنهجوش و وزن گیریزیاد ساقه در محلولپاشی تنظیمکننده رشد (BA) ۵۹
شکل۴-۱۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیمکننده رشد و سرما بر وزن خشک ساقه ۶۰
شکل۴-۱۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیمکننده رشد و سرما بر وزن تر ریشه ۶۱
شکل۴-۱۸- (الف) توده ریشه مربوط به تیمار سرمایی بدون تنظیمکننده رشد و (ب)توده ریشه مربوط به تیمار محلولپاشی تنظیمکننده رشد(GA) بدون تیمار سرمایی..... ۶۲
شکل۴-۱۹- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر وزن خشک ریشه ۶۲
شکل۴-۲۰- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر حجم ریشه ۶۳
شکل۴-۲۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف تنظیمکننده رشد بر حجم ریشه ۶۴
شکل۴-۲۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر کلروفیل A برگ..... ۶۶
شکل۴-۲۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیمکننده رشد و سرما بر کلروفیل کل برگ..... ۶۸
شکل۴-۲۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیمکننده رشد و سرما بر آنتوسیانین برگ..... ۶۹
شکل۴-۲۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیمکننده رشد و سرما بر کربوهیدرات محلول برگ..... ۷۱
شکل ۴-۲۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر پاجوشدهی..... ۷۴
شکل۴-۲۷- (الف) کمترین تعداد پاجوش مربوط به برهمکنش تیمار طیفنور سبز با سرما (ب) بیشترین تعداد پاجوش مربوط به تیمار طیف نور آبی بدون سرما ۷۵
شکل ۴-۲۸- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر پاجوشدهی..... ۷۶
شکل ۴-۲۹- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر وزن تر برگ ۷۸
شکل۴- ۳۰-(الف) گیاه مربوط به تیمار طیف نورآبی با سرما(ب) گیاه مربوط به تیمار شاهد ۷۹
شکل ۴-۳۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر وزن خشک برگ ۸۰
شکل ۴-۳۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر وزن تر ساقه..... ۸۰
شکل ۴-۳۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر وزن خشک ساقه..... ۸۲
شکل۴- ۳۴- ساقه مربوط به تیمار طیف نورآبی (الف) ساقه مربوط به تیمار کنترل(ب) ۸۲
شکل ۴-۳۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر وزن تر ریشه..... ۸۳
شکل۴-۳۶- ریشه مربوط به تیمار طیف نورآبی (الف) ریشه مربوط به تیمار طیف نور سبز (ب) ۸۴
شکل ۴-۳۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر حجم ریشه..... ۸۵
شکل ۴-۳۸- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر کلروفیل A برگ..... ۸۷
شکل ۴-۳۹- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف طیفنور بر کلروفیل A برگ ۸۸
شکل ۴-۴۰- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر کلروفیل B برگ گیاه ۸۹
شکل ۴-۴۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف طیفنور بر کلروفیل B برگ..... ۹۰
شکل ۴-۴۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر کلروفیل کل برگ..... ۹۱
شکل ۴-۴۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف طیفنور بر کلروفیل کل برگ ۹۲
شکل ۴-۴۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر نسبت کلروفیل A/B برگ ۹۳
شکل ۴-۴۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر کارتنوئید برگ..... ۹۴
شکل ۴-۴۶- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف طیفنور بر کارتنوئید برگ ۹۶
شکل ۴-۴۷ مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر آنتوسیانین برگ..... ۹۸
شکل ۴-۴۸- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر کربوهیدرات محلول برگ..... ۱۰۰

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل اول

مقدمه و هدف

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۱-۱-مقدمه

گیاهان زینتی برای صنعت باغبانی اهمیت اقتصادی دارند. آنها در سراسر جهان فروخته می شوند و در باغبانی، محوطه سازی و گل فروشی به عنوان گل های شاخه بریده استفاده می شوند(Boutigny *et al*., 2020).کشت آنتوریوم در تولید جهانی گل‌های بریدنی بسیار مهم شده است. کشت بدون خاک و حفاظت شده به مدت ۲۰ سال در کشورهای گرمسیری به منظور بهبود عملکرد و کیفیت گل‌ها و کاهش مشکلات گیاهی توسعه‌یافته است، اولین گام برای بهبود تولید گل، آگاهی از رشد گیاه است (Dufour & Guérin, 2003).

رشد گیاهان زینتی بخش پویا، در حال توسعه و سودآور تولید گیاه است. در سال ۲۰۱۹، ارزش بازار گل در بزرگترین بورس جهانی گل، رویال فلورهلند، به ۴,۸ میلیارد یورو رسید. در سال ۲۰۲۱، با وجود مشکلات مربوط به SARS-CoV-2 و همه گیری جهانی، ارزش تجارت گل سالانه به ۵,۶ میلیارد یورو افزایش یافت (Salachna, 2022). در سال ۲۰۱۵ ارزش سالانه صادرات بین المللی در صنعت گل ۲۰ میلیارد دلار تخمین زده شده است. ارزش تجاری گیاهان زینتی در سال ۲۰۱۲ در بخش محصولات باغبانی ۲۵۰ تا ۴۰۰ میلیارد دلار آمریکا عنوان شده است (Chandler *et al*., 2018). آنتوریوم (*Anthurium*) یک گیاه زینتی منحصر به فرد است که به عنوان گیاه اشرافی جهان لقب گرفته است. ارزش تجاری آن در سال ۲۰۲۰ در بازار حراج گل هلند ۶۵ میلیون یورو بوده و از نظر ارزش تجاری و اقتصادی رتبه یازدهم در میان گل‌های شاخه بریده و رتبه دوم گیاهان گلدانی گرمسیری بعد از ارکیده را دارد که تولید آن را به یک صنعت پر سود در بسیاری از نقاط جهان تبدیل کرده است. البته هلند همچنان بزرگترین تولید کننده این محصول در جهان است و این کشور به دلیل داشتن برنامه گسترده برای تولید آنتوریوم به عنوان منبع و محل اصلی معرفی رنگ‌ها و ارقام جدید به بازار بین المللی شناخته می‌شود (www.statista.com, Collette and Vern, (2004, Seemanthini *et al*., 2018). سطح زیر کشت این گیاه در ایران، حدود۱۰ هکتار میباشد. (آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی سال ۹۶).

گل‌های بریده آنتوریوم به طور طبیعی تقریباً دو هفته بدون خراب شدن زنده می مانند(Soleimanipour et al., 2019). تولید تجاری این گیاه بر دو گونه اصلی متمرکز شده است. گونه آندرائنوم (*Anthurium andraeanum*) که به عنوان یکی از مهم‌ترین گل‌های شاخه بریده و گلدانی در سراسر جهان شناخته می شود و گونه شرزریانیوم (*A. scherzerianumis*) که کاربرد گلدانی دارد. آنتوریوم منشا گرمسیری دارد و نسبت به سرما بسیار حساس است. بنابراین، تولید آنتوریوم عمدتا در گلخانه انجام می‌شود(Sun *et al*., 2021). گونه‌های مختلف آنتوریوم گیاهان چند ساله، دارزی یا به ندرت خاک رست هستند (da Silva et al., 2015; Kuehnle *et al*., 2001) امروزه استفاده از بذر برای تکثیر و پرورش آنتوریم معمول نیست زیرا نگهداری بذور مشکل است و مدت زمان مورد نیاز از گرده‌افشانی تا رسیدن به گیاه کامل بیش از سه سال طول می‌کشد و گیاهان حاصل از بذر یکنواختی کافی ندارند (da Silva *et al*., 2015). امروزه در کشورهای پیشرو تولید نشاء این گیاه بصورت درون شیشه‌ای انجام می شود. در برخی نقاط دنیا تولید پاجوش در آنتوریوم نیز اهمیت زیادی دارد، زیرا جداسازی پاجوش یکی از روشهای اصلی برای تکثیر غیرجنسی گیاه بصورت تجاری است(Soumen & Nilimesh, 2014). پاجوش‌ها شبیه یکدیگر و شبیه گیاه مادری هستند. توانایی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تولیدپاجوش به نوع گونه بستگی دارد و می‌توان با استفاده از تیمارهای تنظیم کننده های رشد در فواصل مکرر، ظرفیت پاجوش‌دهی را افزایش داد (Seemanthini *et al*., 2018).

۱-۲- انگیزه اصلی انجام آزمایش

هزینه بالا و در دسترس نبودن مواد اولیه گیاهی به مقدار کافی از انواع ارقام مختلف تجاری آنتوریوم با نرخ مناسب، یکی از محدودیت های عمده تکثیر این محصول از طریق کشت بافت است (Seemanthini *et al*., 2018). با توجه به تحریم واردات بسیاری از محصولات به کشور و بالارفتن نرخ ارز رایج بین المللی در ایران امروزه واردات نشاء کشت بافتی با مشکلات زیادی روبرو شده است و تولید نشاء کشت بافتی مناسب و با کیفیت در کشور، بدلیل نبود امکانات، بسیار محدود بوده و جواب‌گوی نیاز فعلی نیست. از طرف دیگر برخی از تولیدکنندگان این محصول بدنبال یافتن راه‌های جایگزین از جمله تولید پاجوش برای تامین نیاز پرورش دهندگان این گیاه هستند.

۱-۲-۱ ضرورت انجام آزمایش

قدرت بازار و بخش گل و گیاه در تنوع مجموعه های ارائه شده برای فروش نهفته است. عوامل مهم برای گسترش مداوم صنعت گل‌کاری شامل اجرای استراتژی‌های جدید برای تکثیر گیاهان، تنظیم رشد و توسعه آنها، انطباق فناوری‌های تولید با ایده توسعه پایدار و بهینه‌سازی مدیریت زنجیره تامین است. (Salachna, 2022)

با توجه به گونه های متنوع خانواده آنتوریوم و کاربردهای زینتی آنها به عنوان شاخه بریده و گل گلدانی افزایش توجه به نیازهای فیزیولوژیکی در این تنوع بالایی گونه‌های آنتوریوم بسیار ضروری است.

با توجه به اهمیت و جایگاه تجاری خانواده آنتوریوم در صنعت گلخانه ای و افزایش تقاضای روز افزون بازارهای داخلی و جهانی، توجه پرورش‌دهندگان به این بخش زیاد شده است و از آنجا که تولیدی مقرون بصرفه و اقتصادی است، که با کمترین هزینه بیشترین راندمان تولیدی را داشته باشد. به دلیل ماندگاری بالایی عمر گل، صادرات آن به راحتی صورت میگیرد. رنگ براکته نقش مهمی در تقاضای قیمت این گل دربازارهای جهانی دارد، لیکن در ایران تفاوتی از لحاظ قیمت بین رنگ‌ها مختلف وجود ندارد. در دو دهه ی گذشته آنتوریوم تنها به صورت گل شاخه بریده به فروش می‌رسید اما اخیرا به صورت گلدانی نیز مورد پرورش و تجارت قرار میگیرد(قادرمرزی، ۱۳۹۹). اهمیت و جایگاه گل آنتوریوم در بازارهای داخلی و خارجی و ارزش بالای آن در بازارهای جهانی در حدی است که لزوم استفاده از روش های نوین و ازدیاد انبوه را با توجه فراهم نمودن امکان تولید تجاری و صادراتی این گیاه را ایجاب می‌کند.

۱-۲-۲- فرضیات پژوهش

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فرضیاتی که برای این پژوهش در نظر گرفته شد مبتنی بر نقش تنش‌های محیطی بر القای پاجوش درگیاه آنتوریوم بود و برای این منظور در این پژوهش تنش دمای پایین بر روی این گیاه گرمسیری مدنظر قرار گرفت. برا ارزیابی این مسئله رابطه‌ی بین تنش ایجاد شده با تخصیص زیست‌توده به سمت ریشه یا اندام هوایی و همچنین رابطه بین تنش با تغییر فاز نموی در گیاه که در نهایت این روابط باعث القای پاجوش‌دهی می‌شوند و این مسئله که آیا تخصیص بیشتر کربوهیدرات به سمت ریشه موجب اینکه تغییر فاز نموی در گیاه باعث افزایش پاجوش می‌شود یا خیر؟

فرضیه بعدی بررسی نقش تنظیم‌کننده‌رشد پس ازتنش سرما در تقسیم بندی زیست توده بود و اینکه آیا استفاده از تنظیم‌کننده‌ها در تغییر فاز گیاه تاثیر می‌گذارند؟

فرضیه بعدی نقش ممانعت کننده اکسین در پاجوش‌دهی بود به این شکل آیا نورآبی مانع انتقال اکسین به ریشه و باعث افزایش پاجوش‌دهی می‌شود؟ لذا ما در این پژوهش با اعمال تیمار نور کمکی طیف آبی و برهمکنش سرما به بررسی این فرضیه بپرداختیم.

این فرضیه که افزایش ساخت کربوهیدرات در گیاه باعث افزایش پاجوش می‌شود نیز مورد بررسی قرار گرفت و از طیف نور سبز به دلیل نفوذ بهتر به درون برگ و طیف نور آبی بدلیل تاثیر بر روزنه‌ها و فتوسنتز گیاه استفاده شد.

۱-۳- اهداف تحقیق

این پژوهش در ادامه پژوهشی قبلی اجرا شد که در قالب پایان نامه تقاضا محور در گروه باغبانی انجام شده بود و نتایج ارزشمندی داشت. هدف ارتقاء نتایج بدست آمده با افزایش تعداد پاجوش در مدت زمان کوتاه‌تر جهت تضمین تولید، ارائه روشی نو و کارآمد برای تولید پاجوش این محصول و پاسخ دقیق به تقاضای تولید کنندگان این گیاه بود.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل دوم

بررسی منابع

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۲-۱-گیاه شناسی

۲-۱-۱- پراکنش و زیستگاه

اعضای خانواده آنتوریوم در ارتفاعات تا ۳۰۰۰ متر از سطح دریا یافت می‌شوند که اغلب در جنگل‌های ابری در ۱۵۰۰ متر دیده می‌شوند. این امر به ویژه در مناطق جنگل‌های بارانی پیش کوهستانی، مرطوب استوایی یا پیش کوهستانی رایج است. اکثر گونه ها اپی فیت هستند، اگرچه بسیاری از آنها در مناطقی که فصل خشک آن شدید است، مانند غرب مکزیک، خشکی‌زی یا اپی‌پتریک می شوند (Vargas *et al.*, 2004). بومی مناطق نوگرمسیری شمال مکزیک و از جنوب از طریق آمریکای مرکزی تا جنوب برزیل و جزایر کارائیب هستند(da Silva *et al.*, 2015).(۳) تنوع گونه‌ای در ارتفاعات پایین تا میانی شمال آمریکای جنوبی، پاناما و کاستاریکا بیشتر است، در حالی که جنگل‌های آمازون بالایی و جنگل‌های آمازون پایین از نظر گونه‌ها نسبتاً فقیر هستند(Croat, 1983).

۲-۱-۲- خانواد آنتوریوم

خانواده شیپوری (Araceae) به ۸ زیر خانواده تقسیم می شوند. زیرخانواده Pothoideae شامل حدود ۹۲۰ گونه است که به دو قبیله تقسیم می شوند: Potheae و تک ژنی Anthurieae و آنتوریوم به زیر خانواده پوتیده شاخه آنتوریا و جنس آنتوریوم تعلق تعلق دارد. Anthurium Schottis بزرگترین جنس خانواده، با تقریباً ۸۶۲ گونه است(Poli *et al.*, 2012).Anthurium یا گل های فلامینگو عضوی از خانواده Araceae (راسته Spathiflorae) و تک لپه است و خانواده Araceae شامل ۱۱۳ جنس و ۳۱۷۴ گونه است، عمدتاً از مناطق استوایی است. جنس Anthurium که از تقریباً ۱۵۰۰ گونه (۹۰۰ گونه منتشر شده) تشکیل شده است(da Silva et al., 2015). کلمه آنتوریوم از کلمات یونانی "anthos" و "oura" گرفته شده است که به ترتیب به معنی "شکوفه" و "تیر" است. این گیاه علفی استوایی همیشه سبز است. پرطرفدارترین و از نظر اقتصادی مهم ترین گونه آنتوریوم اندرایانوم و اسکرزریانوم است که دارای گلدهی طولانی مدت جذابی است. ارقام محبوبی که در سرتاسر دنیا هم برای گل های بریده و هم در گلدان کشت می شوند عبارتند از Abe (صورتی روشن)، Avo-Jose (سفید)، Haga White، Nova Aurora (قرمز)، Ozaki (قرمز)، Red Elf، Rico (رز)، Sun Burst (نارنجی روشن)، Sarina (رز سفید و رز) و Uniwai (سفید)(Reddy, 2016).

الف) آنتوریوم آندرائنوم، دارای گلها و برگهای بزرگ است و بیشتربه صورت گل شاخه بریدنی به فروش میرسد. گلها اغلب به رنگ سفید، قرمز، صورتی، نارنجی و سبز میباشند.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

ب) آنتوریوم شرزریانوم، گیاهانی کوچک که بیشتر به صورت گلدانی به فروش می‌رسند و رنگ گل‌های آنها اغلب سفید، قرمز و صورتی میباشد.

پ)آندرکال ، هیبرید بین آندرانوم و ارقام پاکوتاه میباشد. اندازهی گیاهان کوچک تا متوسط بوده وگل‌ها کوچک و فراوان و برگ‌ها ضخیم و تیره رنگ میباشند

ت) آنتوریوم برگساره‌ای ، در اندازه و شکل‌های مختلف وجود دارد. این گروه بخش کوچکی از کل آنتوریوم-ها را شامل میشود.

۲-۱-۳- مشخصات گل آذین، ریشه، ساقه و برگ آنتوریوم

آنتوریوم یک گیاه چندساله علفی است و به عنوان یک گل شاخه بریده و گلدانی زینتی تولید و عرضه می شود. دلیل محبوبیت این گیاه گل آذین های جذاب و طولانی مدت آن است. گل شامل یک اسپادیکس بیرون زده حاوی گلچه های متعدد است که توسط یک برگ اصلاح شده با رنگ روشن به نام اسپات تحت تأثیر قرار می گیرد. رنگ اسپات با ph واکوئلی در ارتباط است و رنگ در طول رشد یک پاسخ پیچیده به سیگنال های رشدی و محیطی است. آنتوریوم‌ها دوجنسه و پیش‌جنس (protogynous) هستند و از آنجایی که اسپادیکس ابتدا فاز ماده و سپس فاز نر را یک ماه بعد تولید می‌کند، این امر باعث کاهش دفعات خودگرده‌افشانی گل‌ها و ایجاد گرده افشانی متقاطع در فرکانس بالا می‌شود. همه گونه های آنتوریوم گیاهان چند ساله، اپی فیتیک یا (به ندرت) گیاهان زمینی هستند از گرده افشانی تا بلوغ بذر تقریباً سه سال طول می کشد(da Silva *et al.*, 2015). آنتوریوم دارای دو مرحله رشدی است که دارای رشد مونوپدیال و سمپودیال هستند. فاز مونوپدیال مربوط به فاز جوانی است. در مرحله سمپودیال مربوط به فاز زایشی است از بغل هر برگ یک گل تولید می شود. تفاوت دو مرحله در قاعده دمبرگ دیده میشود .قاعده برگ گیاه نونهال دارای غلاف، اما قاعده برگ گیاه بالغ فاقد غلاف و دارای گوشوارک میباشد.در واقع، گل تجاری یک گل آذین است که از یک دمگل، یک براکته رنگی به نام اسپات و یک سنبله از گل های کوچک و کامل به نام اسپادیکس تشکیل شده است(Dufour & Guérin, 2003). خانواده Araceae یکی از جالب ترین گروه های گیاهی از نظر اکولوژی گرده افشانی است. حتی یک گونه شهد را به عنوان پاداش تولید نمی کند(Schwerdtfeger *et al.*, 2002). رنگ‌های قرمز و صورتی در اسپات‌های آنتوریوم توسط دو آنتوسیانین (pelargonidin3-rutinoside و cyanidin 3-rutinoside) ایجاد می‌شوند که منحصراً در لایه‌های زیر پوستی سطوح آکسیال اسپات یافت می‌شوند(Evelyn et al., 2020). ساقه‌های این گونه‌های علفی عمودی هستند، گاهی اوقات خزنده یا بالا می‌روند. ریشه گوشتی و ضخیمی دارد(Zotz et al., 2020).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

گل آذین های متعددی تولید می کند که توسط اسپات‌ها یا براکت‌های رنگارنگ فرو رفته و روی دمگل‌های بلند و باریک قرار می‌گیرند. اسپات‌ها به طور مشخص قلبی شکل، مسطح، کوبیده و براق هستند(Kumar et al., 2019).

۲-۱-۴- نیاز نوری

ایجاد سایه به طور گسترده در طول رشد گیاهان، به ویژه گیاهان با شاخ و برگ های زینتی برای جلوگیری از آسیب ناشی از شدت نور بالا استفاده می شود. هنگامی که آنتن های برداشت نور انرژی نوری بیشتری را نسبت به پتانسیل خود برای اتلاف انرژی فتوشیمیایی و غیرفتوشیمیایی جذب می کنند، آسیب نوری ممکن است رخ دهد. در شدیدترین موارد، این ممکن است منجر به تغییر رنگ برگها یا نکروز شود. نور منبع انرژی ضروری برای فتوسنتز گیاهان است(Chen et al., 2021). پرورش دهندگان در طول کشت تابستانی بسیاری از محصولات گلخانه ای با بستن صفحه یا شستشوی سفید روی پوشش گلخانه به منظور جلوگیری از آسیب در شرایط نور زیاد، سایه اندازی می کنند. در گلخانه ها، توزیع نور بر روی برگ‌های مختلف یک تاج، تغییرات زیادی را نشان می‌دهد. ساخت و ساز گلخانه، تجهیزات بیش از حد، سایه ایجاد می کند، که منجر به ایجاد لکه های سایه و نور می شود، که بسته به زاویه خورشید، موقعیت آنها به طور مداوم تغییر می کند. انتگرال نور روزانه (DLI) [DLI, mol m^{-2} d^{-1} photosynthetically active radiation (PAR)]مقدار تابش پرتوهای فعال فتوسنتزی را در یک دوره ۲۴ ساعته توصیف می کند و یک اندازه گیری مفید برای توصیف محیط نور گلخانه است. افزایش DLI باعث افزایش رشد و نمو گیاه می شود. گیاهان گلدانی اغلب تحت شرایط DLI بسیار کم در تولیدات گلخانه‌ای تجاری رشد می کنند. با این حال، واضح است که DLI پایین می تواند جریمه تولید را به همراه داشته باشد، زیرا رشد بالقوه محصول به طور مثبت با مقدار نوری که می توان جذب کرد، مرتبط است. هنگامی که سایه کمتر در ترکیب با رطوبت نسبتاً زیاد هوا اعمال می شد، گیاهان گلدانی می توانند سریعتر رشد کنند. علاوه بر این، سایه کمتر می تواند فشردگی گیاه را افزایش دهد همانطور که با نسبت بالاتر توده خشک اندام هوایی به ارتفاع گیاه با افزایش DLI در تعدادی از گیاهان بستر نشان داده می شود و گیاه کامپکت تولید می‌شود. بنابراین، افزایش DLI می تواند نه تنها رشد گیاه، بلکه کیفیت زینتی گیاه را نیز بهبود بخشد. حداقل DLI در این مطالعه $7,2\ mol\ m^{-2}\ d^{-1}$ بود که بالاتر از روش تجاری تولید کنندگان هلند بود($mol\ m^{-2}$ $5,9d^{-1}$)؛ این به این دلیل است که رطوبت هوا در سطح متوسط بالا نگه داشته شد (۷۵-۸۰٪). در تمام مکان‌های گلخانه‌ای که می تواند منجر به روزنه‌های باز شود ، در نتیجه از گرم شدن بیش از حد برگ‌ها جلوگیری شد و باعث حفظ فتوسنتز می‌شود. علاوه بر این، افزایش DLI همچنین ممکن است منجر به افزایش دما شود که می تواند باعث رشد و گلدهی گیاه شود. افزایش بیشتر DLI به میزان ۲۴ درصد (۸,۹ مول در متر مربع دریک روز) در زیر پوشش شیشه ای (diffuse) دفیوژکننده منجر به افزایش ۲۷ تا ۳۷

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

درصدی در تولید انبوه خشک شد. اما افزایش DLI در پوشش‌های شیشه‌ایی معمول از ۷,۲ به ۸,۹ باعث آسیب به گیاه می‌شود. با توجه به توضیحات بالا و پوشش گلخانه‌ایی در ایران می‌توان گفت DLI مناسب ۷,۲mol m-2 d-1 است. البته باید دما و رطوبت را کنترل کنیم(Faust et al., 2005; Li et al., 2014).

۲-۱-۵- دما و رطوبت

آنتوریوم‌ها زمانی بهترین رشد می کنند که حداکثر دمای روز بین ۲۶ تا ۳۲ درجه سانتی گراد در گلخانه های پیشرفته مجهز به کنترل دما و رطوبت باشد. با این حال، در بسیاری از مناطق گرمسیری که دور از زیستگاه اصلی خود قرار دارند، برای کاهش هزینه‌های تولید، در گلخانه‌های ساده و سایه‌دار نیز رشد می‌کنند و بنابراین اغلب در تابستان دچار تنش گرمایی (>۳۲ درجه سانتی‌گراد) و تنش سرما (<۱۶ درجه سانتی‌گراد) می‌شوند(Niu et al., 2021). بهترین دما برای پرورش دمای روز بین ۲۵ تا ۲۸ درجه سانتیگراد و دمای شب ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتیگراد برای کشت آنتوریم است. دمای مطلوب شب برای رشد رویشی ۱۸,۳ درجه سانتیگراد و برای گلدهی ۲۱ درجه سانتیگراد تا ۲۳,۹ درجه سانتیگراد مورد نیاز است(Kumar et al., 2019).

برای اکثر محصولات زراعی، محدوده قابل قبول رطوبت نسبی بین ۵۰ تا ۸۰ درصد است. برای کار تکثیر گیاه، رطوبت نسبی تا ۹۰ درصد ممکن است مطلوب باشد(Reddy, 2016). رطوبت نسبی بهینه ۶۰-۸۰ درصد برای تولید اقتصادی گل حفظ می شود(Kumar et al., 2019).

۲-۱-۶- تکثیر

تکثیر متعارف برتقسیم بندی (پاجوش و ریشه هوایی)، قلمه زدن و روش های آزمایشگاهی متکی است. بذرها کمتر برای تکثیر استفاده می شوند، زیرا ممکن است جمعیت های ناهمگنی را تولید کنند که از نظر رنگ، اندازه و شکل متفاوت است.

۲-۱-۶-۱- تقسیم بندی

آنتوریوم را می توان از طریق شاخه های جانبی (پاجوش) که در اطراف پایه ساقه ایجاد می شود، تکثیر کرد.برخی از ارقام شاخه های جانبی را به راحتی تولید می کنند در حالی که برخی دیگر بسیار کمی تولید می کنند. زمان تا اولین گل قابل برداشت بستگی به اندازه اولیه تقسیم دارد، اما عموماً بر حسب ماه است تا سال. تنظیم کننده های رشد گیاهی برای تحریک رشد ساقه جانبی در عرض ۴ تا ۶ ماه پس از کاربرد استفاده شده است.

همچنین آنتوریم را می توان به راحتی با تقسیم شاخه ها با بخشی از ریشه های هوایی از ساقه اصلی تکثیر کرد

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۲-۱-۶-۲- قلمه

قلمه های بالایی که از قسمت بالایی با دو یا سه برگ تشکیل شده است، از گیاهان جدا می شوند و در محیطی با هوادهی خوب ریشه می دهند. ریشه ها در عرض ۲ تا ۳ هفته رشد می کنند و اولین fiower (گل) تقریباً در ۶ ماه تولید می شود. برداشتن قلمه بالا باعث تحریک رشد شاخه های جانبی در گیاه مادر می شود. قلمه های پایه که از یک یا دو بخش گره برگ تشکیل شده و به صورت افقی روی سطح متوسط قرار می گیرند، از هر گره گیاه تولید می کنند. اگرچه ممکن است گیاهان بیشتری توسط قلمه های پایه و نه رویی تولید شوند، رشد گیاهان بیشتر طول می کشد و اغلب به ۲ تا ۳ سال برای رسیدن به تولید کامل نیاز دارند.

۲-۱-۶-۳- ریز ازدیادی

تکثیر آزمایشگاهی روش دیگری است که معمولاً در تکثیر آنتوریم استفاده می شود. گیاهان را می‌توان مستقیماً از جوانه‌های راسی و جانبی جدا شده یا به‌طور غیرمستقیم از طریق تمایز کالوس ناشی از ریزنمونه‌های برگ، اسپات و اسپادیکس به‌دست آورد. حذف بیماری باید در تکثیر آنتوریوم مورد توجه قرار گیرد (Matsumoto & Kuehnle, 1997).

۲-۲- سرما

گیاهان در معرض انواع مختلفی از تنش های غیر زنده هستند. در میان آنها تنش دمایی یک تنش رایج است که توسط گیاهان در سراسر جهان توزیع شده است(Adam & Murthy, 2014). دمای پایین عامل اصلی محیطی است که بر رشد و نمو گیاه تأثیر منفی می گذارد (Jiang et al., 2020). برای مقابله با تنش سرما، گونه‌های گیاهی چندین سازگاری فیزیولوژیکی و مولکولی را ایجاد کرده‌اند تا با تنظیم فرآیندهای متابولیکی خود، آسیب ناشی از سرما را به حداقل برسانند ت(Adam & Murthy, 2014). رشد در دمای پایین و بدون یخبندان باعث ایجاد واکنش تطبیقی به نام سازگاری به سرما یا سخت شدن می شود که مقاومت در برابر سرما را در گیاهان زمستان گذران بهبود می بخشد(Crosatti et al., 1999). فاکتورهای رونویسی C-REPEAT BINDING Factors/Factor 1s Binding Element Response Dought (CBFs/DREB1s) نقش مهمی در سازگاری با سرما دارند. پس از القای تنش سرما، CBFها مجموعه‌ای از ژن‌های تنظیم‌شده با سرما (COR) را فعال می‌کنند، که برخی از آن‌ها پروتئین‌های محافظ سرما یا آنزیم‌های دخیل در بیوسنتز اسمولیت یا مهار گونه‌های فعال اکسیژن را رمزگذاری می‌کنند و در نهایت منجر به افزایش تحمل انجماد می‌شوند (Jiang et al., 2020). نشان داده شد که بیان بیش از حد فاکتورهای رونویسی CBF اثرات منفی بر رشد و نمو گیاه دارد (رشد کند، تاخیر در گلدهی، کاهش تولید بذر). نشان داده شده است که سطوح رونوشت CBF1، CBF2، CBF3 در آرابیدوپسیس توسط ساعت شبانه روزی تنظیم می شود (Jurczyk et al., 2012).

دمای پایین از ۰ تا ۱۵ درجه سانتیگراد متغیر است، در حالی که دمای انجماد زیر ۰ درجه سانتی‌گراد است. دمای سرد و انجماد با یکدیگر متفاوت بوده و مکانیسم های تحمل متفاوتی دارند. دماهای پایین به عنوان

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

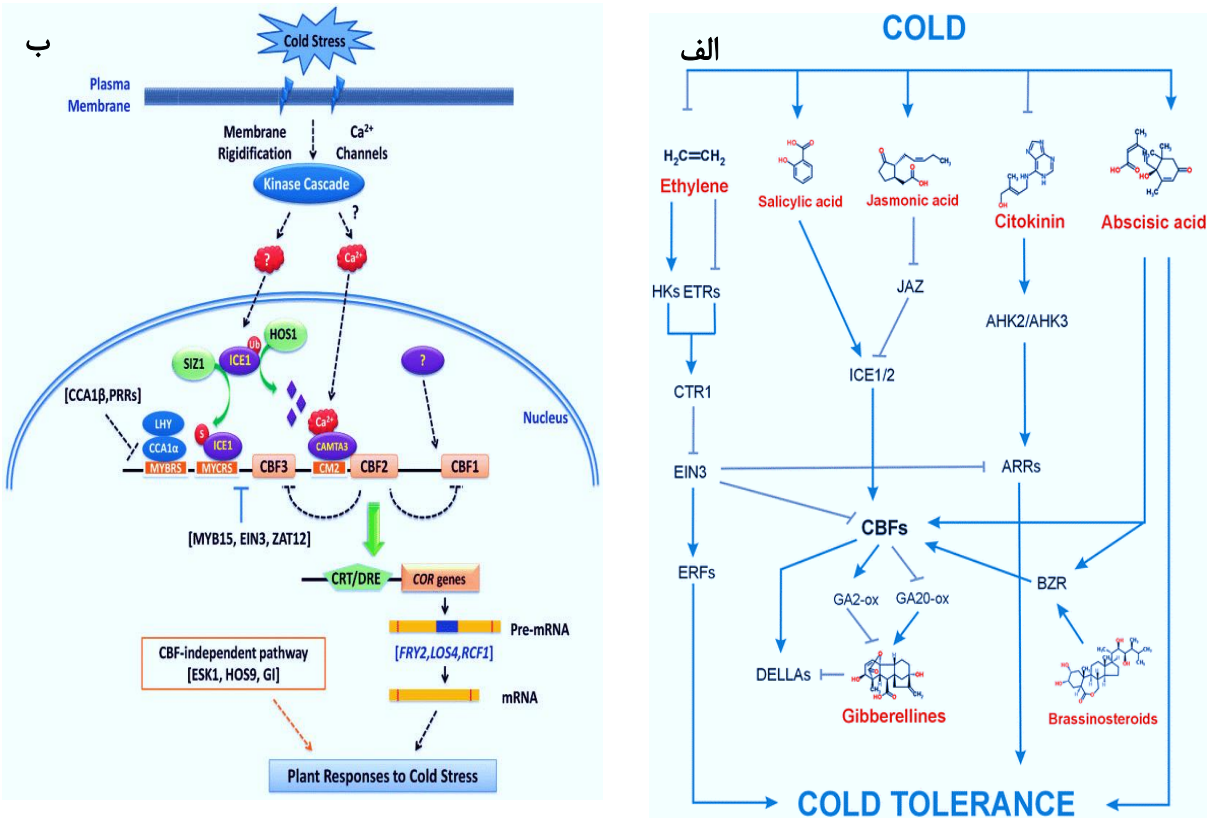
دمای کم اما بدون انجماد از ۰ تا ۱۵ درجه سانتیگراد تعریف می شوند. گیاهان با منشأ گرمسیری و نیمه گرمسیری به دمای سرد (۰-۱۰ درجه سانتیگراد) حساس هستند و قادر به سازگاری با سرما نیستند. قرار گرفتن کوتاه گیاهان در معرض تنش دمای پایین ممکن است باعث تغییرات گذرا در آن‌ها شود و آن‌ها با زنده بمانند. اما قرار گرفتن طولانی مدت در معرض تنش دمای پایین باعث نکروز، پژمردگی و کلروز و در نهایت منجر به مرگ گیاهان می شود. گیاهان در نهایت تغییرات مشخصی را در عملکردهای بیوشیمیایی و سلولی از جمله:

۱. ترکیب لیپیدی غشا۲. تجمع مولکولی کوچک۳. اسیدهای آمینه ۴. بیان ژن ۵. نشت سلولی الکترولیت ها۶. توزیع مجدد یون های کلسیم داخل سلولی۷. انحراف جریان الکترون به مسیرهای متناوب ۸. فعالیت های آنزیمی(Adam & Murthy, 2014).

سرما محتوای پرولین، (MDA) مالون دی آلدئید ، نشت الکترولیت، فعالیت‌های آنزیم های آنتی اکسیدانی (SOD) پراکسیداز ،(CAT) کاتالاز و (POD) سوپراکسید دیسموتاز را افزایش می‌دهد و محتوای کلروفیل کاهش یافت(Liu et al., 2013).

مهمترین اثر منفی استرس سرما این است که باعث آسیب شدید غشاء می شود. این آسیب تا حد زیادی به دلیل کم آبی حاد مرتبط با یخ زدگی در طول استرس سرما است. استرس سرما توسط گیرنده غشای سلولی درک می‌شود. سپس سیگنالی برای روشن کردن ژن‌های پاسخ‌دهنده به سرما و فاکتورهای رونویسی برای واسطه‌سازی تحمل استرس مبدل می‌شود. علائم فنوتیپی مختلف در پاسخ به تنش سرما شامل جوانه زنی ضعیف، کاهش رشد گیاهچه ها، زرد شدن برگ ها (کلروز)، کاهش انبساط و پژمردگی برگ و ممکن است منجر به مرگ بافت (نکروز) شود (Yadav, 2010). تنش سرما حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm) را در همه ارقام کاهش داد .راندمان فتوسیستم I و II نیز در سرما کاهش یافت. گیاهان تحت تنش بود و با کاهش در فتوسنتز خالص (PN)، CO2 بین سلولی (Ci)، راندمان مصرف آب (WUE) و محتوای کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید، همراه بود. صرف نظر از کاهش ظرفیت فتوسنتزی، تنش سرما باعث افزایش کربوهیدرات‌های محلول در آب در همه ارقام شد که با افزایش توده و سطح برگ تازه همراه بود بیشتر شد. شاخص و تراکم روزنه، تراکم سلول های اپیدرمی، قطر ساقه، عرض آوند آوند چوبی، عرض بافت آبکش و تعداد اسکلرانشیم را در همه ارقام افزایش داد (Hajihashemi et al., 2018). شوک سرما باعث افزایش گذرا در غلظت کلسیم سیتوزولی می شود و اثر کلسیم برای القای چندین ژن ناشی از سرما حیاتی است (Kim et al., 2003).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل۲-۱- مسیر سیگنالینگ سرما (ب) مسیر اثرات سرما بر هورمون‌های گیاهی(الف)

۲-۲-۱-پیشینه تحقیق سرما

در مطالعه‌ایی در فلور مرکزی اروپا در پاسخ به شرایط آشفته محیطی (مانند سرما و خشکسال و غیره) برای تشکیل جوانه ریشه انجام شد. نتایج نشان داد که توانایی RS(root sprouting) در گیاهانی که در زیستگاه‌هایی که در معرض اختلال هستند، به ویژه در گونه‌های یکساله و کلونال رشد می‌کنند، بیشتر است (Klimešová *et al.*, 2017).

در مطالعه‌ایی روی بذر ذرت (*Zea mays*)در پاسخ به پلاسما در دمای پایین (۶۰ ثانیه و ۱۲۰ ثانیه) انجام شد. نتایج نشان داد که تیمار پلاسما در دمای پایین در مدت ۶۰ ثانیه ، موجب افزایش معنی دار وزن تازه و خشک و طول ریشه ها می شود(Henselová *et al.*, 2012).

در مطالعه‌ایی که در مورد توزیع زیست‌توده جنگل (۶۲۰۰ جنگل در ۶۱ کشور) در برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌ها بر اساس دما انجام شد. نتایج نشان داد که به طور شگفت‌انگیزی، تخصیص زیست‌توده به ریشه یا شاخ و برگ با خشکی ارتباطی ندارد. در مقابل، در آب و هوای سرد به طور فزاینده، نسبت کل زیست توده جنگل در ریشه بیشتر است(Reich *et al.*, 2014).

در مطالعه‌ایی پاسخ گیاه آنتوریوم به تنظیم‌کننده‌های رشد (بنزیل آدنین در غلظت‌های ۶۵۰، ۷۵۰ و ۸۵۰ میلی‌گرم در لیتر و جیبرلین در غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر)و دمای پایین (دو دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در ۱۲ و ۲۴ ساعت و ۱۰ درجه سانتی‌گراد در زمان‌های ۲۴، ۴۸ ، ۷۲ و۱۲۰

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

ساعت) انجام شد. نتایج نشان داد که تیمار سرمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد درمدت زمان ۱۲۰ ساعت اختلاف معنی داری در صفت پاجوش‌دهی گیاه با سایر تیمارها داشت (عزیزپور و همکاران،. ۱۴۰۰).
در مطالعه‌ایی پاسخ گیاه موز (*Musa spp. AAB*) به چهار دما (۲۳/۶، ۲۱/۴، ۱۸/۸، ۱۶/۱) برای تولید پاجوش لانجام شد. در شرایط خنک، پاجوش‌ها بعد از اینکه والدین حدود ۵ برگ تولید کردند، شروع به بیرون آمدن از خاک کردند، در حالی که در دماهای بالاتر، قبل از اینکه پاجوش‌ها در بالای سطح زمین ظاهر شوند، گیاه مادری ۱۵ برگ تولید کرد. در مکان‌های گرم‌تری که پاجوش‌ها در اواخر رشد گیاهان مادر ظاهر شدند، تعداد پاجوش‌های تولید شده تا زمان گلدهی کم بود (حدود ۲ عدد). در مقابل ۴ تا ۷ پاجوش در گیاهانی که در مکان‌های خنک‌تر رشد کرده‌اند تولید شده‌اند. ظهور پاجوش در بالای خاک با پایان مرحله جوانی همراه بود که شاید نشان دهنده تغییر در وضعیت داخلی گیاه باشد. در دمای خنک سریع‌تر مرحله جوانی تمام می‌شود. با افزایش زمان بین برگ‌های متوالی(فیلوکرون)، نسبت جوانه های جانبی که به پاجوش رشد کردند افزایش یافت. این ارتباط با این فرضیه مطابقت دارد که عرضه کربوهیدرات بر رشد پاجوش تأثیر می‌گذارد، همانطور که با پنجه زنی در گندم می‌شود(Turner et al., 2016).

۲-۳-هورمون

هورمون‌های گیاهی مجموعه‌ای از مولکول‌های کوچک(ترکیبات آلی طبیعی هستند) غیرمرتبط هستند که از مسیرهای متابولیک ضروری مختلف مشتق شده‌اند. به طور کلی این ترکیبات در غلظت های بسیار کم وجود دارند و به صورت موضعی، در محل سنتز یا نزدیک به آن یا در بافت های دور عمل می کنند(Santner et al., 2009).(۱۹) هنگامی که به صورت درون زا در گیاهان تولید می شود، فیزیولوژیست‌های گیاهی آنها را به عنوان "هورمون های گیاهی" یا "فیتوهورمون" می نامند. اصطلاح تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی (PGRs) توسط صنایع شیمیایی کشاورزی برای ترکیبات مصنوعی با خواص تنظیم‌کننده رشد گیاه استفاده می‌شود(Arshad & Frankenberger Jr, 1997). رشد و نمو گیاه توسط اثرات محیط بیرونی و تنظیم کننده-های رشد ذاتی مانند هورمون‌ها کنترل می شود. شواهد در حال افزایش نشان می‌دهد که اثرات محیطی بیوسنتز یا درک هورمون‌ها را هدف قرار می‌دهند، که بنابراین نه تنها برنامه‌های رشد ذاتی را تنظیم می‌کنند، بلکه ورودی‌های محیطی را نیز منتقل می‌کنند(Depuydt & Hardtke, 2011) هر هورمون بر طیف گسترده‌ای از فرآیندهای رشدی و فیزیولوژیکی تأثیر می‌گذارد و هر فرآیند رشدی توسط چندین هورمون تنظیم می‌شود. در حیوانات، ارتباط سلول به سلول توسط هورمون‌ها و سیستم‌های عصبی تسهیل می شود. گیاهان فاقد سیستم عصبی هستند در حالی که هورمون‌های مختلف نقش اصلی را در ارتقای رشد یا پاسخ‌های استرس ایفا می‌کنند، حداقل نه گروه از هورمون های گیاهی به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته اند. اکسین، سیتوکینین، براسینوستروئید (BR)، جیبرلین (GA) و استریگولاکتون (SL) نقش اساسی در رشد و نمو طبیعی دارند. اسید آبسیزیک (ABA) و اتیلن واکنش‌ها را به تنش‌های غیرزیستی واسطه می‌کنند. اسید

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

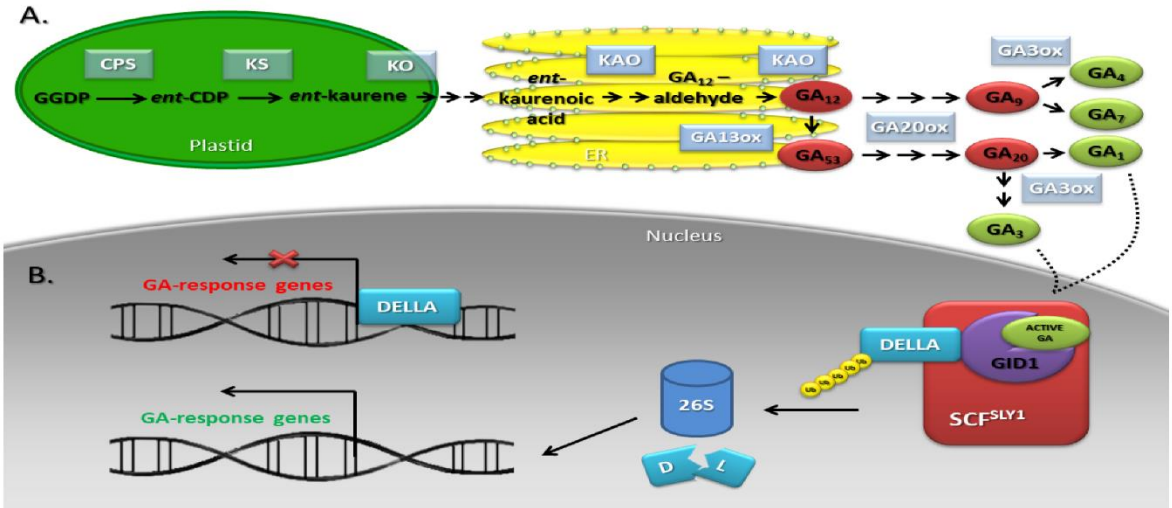
جاسمونیک (JA) برای پاسخ‌های دفاعی به زخم گیاه‌خوار و رشد بساک لازم است، در حالی که اسید سالیسیلیک (SA) پاسخ‌های ایمنی به عفونت پاتوژن را فعال می‌کند(Chaiwanon et al., 2016) بر اساس فنوتیپ جهش یافته ، فقط سیتوکینین، اکسین، جیبرلین و براسینوستروئیدها برای رشد ضروری در نظر گرفته می شوند. قابل ذکر است، همه این هورمون ها می توانند بسیاری از فرآیندها را به تنهایی و به طور مستقل تنظیم کنند، اما به نظر می رسد همکاری و تداخل بین مسیرهای سیگنال دهی آنها وجود دارد، همانطور که از تأثیر همپوشانی آنها بر فرآیندهای مختلف سلولی استنباط می شود (Depuydt & Hardtke, 2011).

۲-۳-۱- جیبرلین

GA ها خانواده بزرگی از تنظیم کننده‌های رشد تتراسیکلیک و اسیدهای دی ترپنوئیدی چهارحلقه‌ای با سیستم حلقه ای ent-gibberellane هستند که ۲۰ اتم کربن یا ۱۹ اتم کربن دارند. این هورمون نقش جالب توجهی در کشاورزی مدرن دارد. در ابتدا در سال ۱۹۳۸ به عنوان یک متابولیت از پاتوژن قارچی برنج Gibberella fujikuroi29 جدا شد. آلودگی برنج توسط قارچ منجر به ازدیاد طول ساقه می شود و در نهایت باعث سقوط گیاه می شود.مانند سایر هورمون‌های گیاهی، GA ها نقش عمده‌ای در فرآیندهای رشد متنوع از جمله رشد بذر، افزایش طول اندام از طریق طویل شدن سلول و تقسیم سلولی و کنترل زمان گلدهی دارند. حداقل ۱۳۶ GA طبیعی تا به امروز شناخته شده است و به ترتیب تقریبی کشف آنها شماره گذاری می شوند. اعتقاد بر این است که اسید موالونیک (MVA) پیش ساز اولیه بیوسنتز GA ها در گیاهان است. بسیاری از Ga شناخته شده امروزه از نظر فیزیولوژیکی فعال نیستند. با این حال، آنها نقش مهمی را به عنوان پیش ماده متابولیک یا غیر فعال شدن GA ها فعال ایفا می کنند. فعال ترین جیبرلین‌ها GA7,GA4,GA3,GA1 که همگی ۱۹ کربن دارند(Taiz *et al.*, 2015). GA ها از ژرانیل ژرانیل دی فسفات (geranylgeranyl diphosphate) در یک مسیر چند آنزیمی که تحت نظارت پیچیده است، سنتز می شوند.علاوه بر این، سطح GA تحت تأثیر هورمون های دیگری مانند اکسین و اتیلن قرار می گیرد. (Arshad & Frankenberger Jr, 1997; Santner et al., 2009). ساخت جیبرلین در سه مرحله و در سه جزای مختلف سلول انجام می‌شود مرحله اول در پلاستید انجام می‌شود و حاصل این مرحله از گرانیل گرانیل دی فسفات، انت کورین است و مرحله دوم در شبکه آندوپلاسمی و انت کورین طی چند مرحله تغییر شکل می‌دهد تا GA_{12} که نخستین جیبرلین است شکل بگیرد. مرحله سوم در سیتوسول انجام می‌شود تا ساخت جیبرلین فعال زیستی ادامه پیدا می‌کند که این مسیر سوم در گیاهان مختلف و شرایط مختلف محیطی متفاوت است. ۳ آنزیم در مرحله سوم مهم هستند آنزیم $GA3_{0X}$,$GA20_{OX}$ که ساختن جیبرلین را کاتالیز می‌کنند و آنزیم $GA2_{OX}$ جیبرلین را غیرفعال می‌کند. جیبرلین متابولیسم خودرا تنظیم می‌کند به این صورت که با افزایش جیبرلین داخلی باعث بازدارندگی از ژن‌های $GA3_{0X}$,$GA20_{OX}$ که دو آنزیم نهایی در تشکیل جیبرلین هستند می‌شود. و همچنین

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تحریک ژن GA2ox که درغیر فعال سازی جیبرلین نقش دارد باعث کاهش جیبرلین می‌شود و همچنین محیط نیز با تاثیر بر این آنزیم‌ها سطح جیبرلین رو کاهش یا افزایش می‌دهد. ساخت جیبرلین در نقاط مختلف ازجمله نوک اندام هوایی، نوک ریشه، بذر نابالغ و بساک انجام می‌شود.مشابه گیرنده اکسین، گیرنده جیبرلین(GIBBERELLIN INSENSITIVE DWARF 1 (GID1 محلول است. (Taiz *et al*., 2015) پاسخ GA توسط تنظیم کننده های منفی پاسخ GA به نام پروتئین های DELLA واسطه می شود. GA ها باعث تخریب پروتئین های DELLA می شوند، بنابراین پاسخ رونویسی GA را القا می کنند. به نظر می رسد GA سطح تنظیم کننده های منفی را از طریق عمل لیگازهای نوع SCF (شامل ۳ زیر واحد است SKP1,کولین و پروتئین F-box)تنظیم می کند. DELLA ها متعلق به خانواده پروتئین GRAS هستند(Lantzouni et al., 2020).(۲۵)GA ، مشابه اکسین، از طریق یک گیرنده درون سلولی برای ترویج یوبی کوئیتیناسیون و تخریب پروتئین‌های سرکوب‌گر کلیدی، به نام پروتئین‌های DELLA برای داشتن یک توالی اسید آمینه Asp-Glu-Leu-Leu-Ala عمل می‌کند. اتصال GA به گیرنده غیر حساس به (GID1) باعث برهمکنش DELLA با کمپلکس یوبیکوئیتین لیگاز E3 SCF^{SLY1} می شود که منجر به یوبی کوئیتیناسیون و تخریبDELLA می شود .در نتیجه، پروتئین‌های DELLA مهارکننده‌های رشد هستند که با درک جیبرلین از طریق GID تخریب می‌شوند. شباهت بین سیگنالینگ اکسین، JA و GA. لیگازهای یوبیکوئیتین نوع SCF-E3 باعث افزایش یوبی کوئیتیناسیون و تخریب سرکوبگرهای رونویسی تنظیم شده با اکسین، JA و GA می شود. در مورد اکسین و JA، این هورمون مستقیماً به SCF متصل می شود و باعث اتصال و ubiquitylation سرکوبگرها می شود. در مورد GA، یک پروتئین اضافی (گیرنده GA GID1) تشخیص سوبسترا توسط $SCF^{GID2/SLY}$ را تسهیل می کند(Chaiwanon et al., 2016; Depuydt & Hardtke, 2011) (Santner et al., 2009).



شکل۲-۲- مسیر بیوسنتز (A) و سیگنالنگ جیبرلین(B) در گیاه آرابیدوپسیس

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۲-۳-۱-۱-پیشینه تحقیق جیبرلین

در مطالعه‌ایی پاسخ گل داودی (*Chrysanthemum*) به محلولپاشی تنظیم‌کننده رشد (GA3 ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم در لیتر) و کندکننده‌های رشد (CCC ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر و MH ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر)مشخص شد که بیشترین پاجوش‌دهی مربوط به GA3 ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بوده است (Sharifuzzaman *et al*., 2011).

در مطالعه‌ایی که روی گیاه آنتوریوم در پاسخ به محلول پاشی برگها با اسید جیبرلیک (صفر، ۱۵۰، ۳۰۰، ۴۵۰ و ۶۰۰ میلی گرم درلیتر)هر ۶۰ روز به مدت یک سال انجام شد. نتایج نشان داد که غلظت‌های کمتر جیبرلین (۴۵۰ و۱۵۰ میلی گرم در لیتر) باعث افزایش سطح برگ شد (Lima *et al*., 2014).

در مطالعه‌ای که پاسخ آنتوریوم به تأثیر غلظت‌های مختلف GA3 و کودزیستی (T1 - دوز توصیه شده کودهای NPK 19: 19: 19 (RDF)، T2 - RDF + Azospirillum، T3 - RDF +Azospirillum + 100 ppm GA3، T4- RDF + Azospirillum + 150ppm GA3، T5 - RDF + Azospirillum + 200 ppm GA3، T6 – RDF + Azospirillum + 250 ppm GA3، T7 - RDF + 100 ppmGA3، T8 – RDF + 150 ppm GA3، T9 - RDF + 200 ppm GA3 و T10 - RDF + 250 ppm GA3)بر رشد و پاجوش‌دهی انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد پاجوش در بوته (۳,۶۷) مربوط به تیمار T3 بود که دارای 100 ppm GA3 و آزوسپریلیوم بود (Bordoloi & Talukdar, 2019).

در مطالعه‌ایی به بررسی توسعه و رشد روی آنتوریوم در پاسخ به اثر تنظیم کننده‌های رشد شامل بنزیل آدنین، اسید تریودوبنزوئیک، اسید جیبرلیک، نفتالین استیک اسید و سالسیک اسید در دو غلظت ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر پرداخته شد. نتایج نشان داد که محلول پاشی با اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر حداکثر نتایج را در رشد، گلدهی و کیفیت گل را در گیاه ایجاد می نماید (Muraleedharan *et al*., 2020)

۲-۳-۲- سیتوکینن

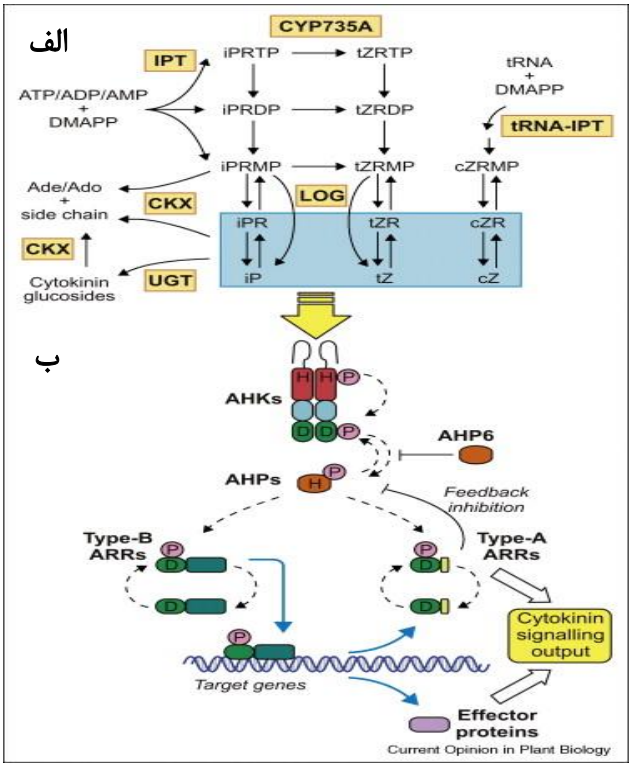
سیتوکینین یک هورمون گیاهی است که مجموعه وسیعی از فرآیندهای حیاتی برای رشد گیاه را تنظیم می کند(Zwack & Rashotte, 2015). سیتوکینین‌ها مولکول‌های مبتنی بر آدنین جایگزین‌شده با N6 هستند که در ابتدا در دهه ۱۹۵۰ توسط کارلوس میلر بر اساس توانایی آنها در تقسیم سلولی گیاهی کشف شد. از جمله ریبوزیدها، ریبوتیدها و گلوکوزیدها. این‌ها مشتقات آدنین هستند .رایج‌ترین سیتوکینین در گیاهان زاتین است که به سایر سیتوکینین‌ها تبدیل می‌شود. بیش از ۴۰ سیتوکینین در بافت‌های گیاهی مشخص شده است، با این حال، آن‌ها از نظر فعالیت بیولوژیکی بسیار متفاوت هستند. آنها در گیاهان به شکل پایه آزاد یا به عنوان ترکیبات tRNA وجود دارند. آنها در طیف وسیعی از فرآیندهای رشدی از جمله جوانه‌زنی، عملکرد

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

مریستم ریشه و ساقه، مهار پیری برگ و مهار شروع جانبی ریشه، تمایز آبکش و متاکسیلم(metaxylem) در ریشه، تمایز کلروپلاست، انتقال مواد غذایی، و تمایز فتومورفوژنیک در برگ‌های در حال گسترش دارند علاوه بر این، سیتوکینین نقش مهمی در تشکیل گره‌های تثبیت کننده نیتروژن و سایر فعل و انفعالات گیاه و میکروب دارد. به طور کلی ساخت سیتوکینن از مسیر ترپنوئیدها می‌باشد و پیش ماده بسته به مسیر ساخت می‌تواند اسید موالونیک یا پیروات همراه با ۳-فسفو گلیسرات باشد. این پیش ماده‌ها به دی متیل الیل دی فسفات (DMAPP) تبدیل می‌شود. اولین مرحله در بیوسنتز سیتوکینین،تولید : N6-(Δ2-isopentenyl)adenine (iP) riboside 5′-tri-, 5′-di- or 5′-monophosphate توسط آنزیم آدنوزین فسفات-ایزوپنتنیل ترانسفراز (IPT) است. سیتوکینین‌های فعال توسط آنزیم فسفریبوهیدرولاز تولید می شوند که نوکلئوتید را به باز آزاد تبدیل می کند. تنظیم سطح سیتوکینین پیچیده است و شامل تغییراتی در سنتز و متابولیسم است(Arshad & Frankenberger Jr, 1997; Santner et al., 2009). فرآورده واکنش IPT ریبوتیدهای ایزوپنتیل آدنین (iP) هستند، زنجیره جانبی ایزوپرن که متعاقباً توسط P450 مونواکسیژنازهای CYP735A1 و CYP735A2 ترانس هیدروکسیله می‌شود تا ریبوتیدهای زاتین تولید شود.نوکلئوتیدهای سیتوکینین را می توان از طریق دفسفوریلاسیون و deribosylation به فعال ترین شکل های باز آزاد تبدیل کرد.IPT ها توسط یک خانواده ژن کوچک کدگذاری می‌شوند که توزیع‌های فضایی و زیر سلولی متمایز را نشان می‌دهند. این نشان می‌دهد که سنتز سیتوکینین در مکان‌های مجزا در سرتاسر گیاه قرار می‌گیرد، که در تضاد با این تصور کلاسیک است که سیتوکینین‌ها عمدتاً در ریشه ساخته می‌شوند و به شاخه‌ها منتقل می‌شوند. علاوه بر تنظیم بیوسنتز آن، سطوح سیتوکینین های فعال نیز از طریق کونژوگه(conjugation) به قندها و با تجزیه تنظیم می شود. سیتوکینین ها می توانند به طور برگشت ناپذیری از طریق کونژوگه به گلوکز در موقعیت های N3، N7 و N9 حلقه آدنین غیرفعال شوند و می توانند به طور برگشت پذیر با کونژوگاسیون(conjugation) به گلوکز و تا حدی زایلوز به گروه هیدروکسیل زنجیره جانبی اصلاح شوند(Argueso et al., 2009). سیگنال دهی سیتوکینین به طور قابل ملاحظه ای شبیه به سیستم های سیگنال‌دهی دو جزئی(TCS) است که در گونه‌های باکتریایی رایج است. در مسیرهای دو جزئی، اتصال لیگاند یک فسفوریله را آغاز می کند که هم هیستیدین و هم آسپارتات کیناز را شامل می شود. سیتوکینین به گیرنده خود در سطح غشا CRE1 متصل می‌شود که البته در علف گوش موشی دو گیرنده دیگر نیز دارد به نام AHK2 و AHK3. اتصال به گیرنده فعالیت هیستیدین کیناز این پروتئین‌ها رو شروع می‌کند و فسفات به یک دنباله آسپارات در محیط منتقل می‌شود واین فسفات به یک هیستیدین محافظت شده در پروتئین های ARABIDOPSIS HIS PHOSPHOTRANSFER (AHP) منتقل می‌شود.AHP ها به هسته منتقل می شوند و در آنجا پروتئین های ARABIDOPSIS RESPONSE REGULATOR (ARR) را فسفریله می کنند. ARR ها می توانند منفی (ARRs نوع A) یا مثبت (ARRs نوع B) تأثیرگذار سیگنالینگ سیتوکینین باشند. مطالعات نشان می دهد که ARRهای نوع B تنظیم کننده مستقیم پاسخ رونویسی سیتوکینین هستند.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

در مورد اکسین، تعداد زیادی از ژن ها توسط سیتوکینین تنظیم می شوند. در این میان اعضای خانواده ای از ژن های فاکتور رونویسی به نام CYTOKININ RESPONSE Factors هستند(Santner et al., 2009). فسفوریلاسیون RR های نوع(RRBs) B این فاکتورهای رونویسی MYB مانند حاوی دامنه GARP را فعال می کند که بیان ژن های پاسخ دهنده به سیتوکینین را تنظیم می کند. در میان ژن‌های بسیار القا شده، RRهای نوع (RRAs) A هستند که شبیه به RRBها هستند اما فاقد یک دامنه GARP متصل به DNA هستند. به این ترتیب، این پروتئین ها به عنوان تنظیم کننده های منفی سیگنال سیتوکینین در درجه اول با رقابت با RRB ها برای فسفوریلاسیون توسط AHP عمل می‌کنند. مانند RRAها، RRهای نوع C فاقد دامنه اتصال به DNA هستند و همچنین اعتقاد بر این است که به عنوان تنظیم کننده منفی سیگنال‌دهی سیتوکینین عمل می کنند(Zwack & Rashotte, 2015).



شکل۲-۳- مسیر بیوسنتز(الف) و سیگنالینگ سیتوکینن(ب)

۲-۳-۲-۱- پیششینه تحقیق سیتوکینن

در مطالعه‌ایی که روی گیاه آنتوریوم در پاسخ به تأثیر محلولپاشی جیبرلین و سایتوکینین (BA 500 ppm، BA 1000 ppm، GA3 ppm 500، GA3 ppm 1000 ، BA 250 ppm + GA3 ppm250 ، BA 500 ppm + GA3 ppm 500) انجام شد. نتایج نشان داد هنگامی که آنتوریوم با BA و GA3 به صورت جداگانه یا ترکیبی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

محلولپاشی می‌شوند ، تغییرات قابل توجهی در تولید پاجوش و گلدهی نشان می دهند (Soumen & Nilimesh, 2014).

در مطالعه‌ایی که روی جنین‌های زیگوتیک بالغ گیاه (*Boscia senegalensis*)در پاسخ به دو غلظت صفر و پنج میلی‌گرم در لیتر تأثیر تنظیم کننده‌های رشد (BA، TDZ، NAA، ۲،۴-D)انجام شد. که نتایج نشان داد BA شاخه‌های ناخواسته را از دو طریق تولید کرد: اندام‌زایی مستقیم و تشکیل شاخه‌های کمکی(Daffalla *et al*., 2011).

در مطالعه‌ایی که روی گیاه خرچنگی یا طوطی (*Heliconia*)در پاسخ به تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد بر تولید پاجوش و با استفاده از دو تنظیم کننده رشد BA و GA3 در سه غلظت ۵۰۰، ۷۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و به دو روش غوطه‌وری ریزوم‌ها قبل کاشت و محلولپاشی در حین رشد انجام شد، مشخص شد که محلولپاشی با BA ۸۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تعداد پاجوش را تولید می نماید (Reshmi and Sheela , 2016).

در مطالعه دیگری که روی گیاه آنتوریوم در پاسخ به تنظیم‌کننده‌های رشد (BA درغلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی گرم در لیتر، GA3 و MH در غلظت‌های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای تقویت پاجوش‌دهی انجام شد. نتایج نشان داد که در محلول پاشی با BA ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر تولید پاجوش حداقل ۸۸،۶۷ روز طول کشید و بیشترین تعداد پاجوش در BA۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (Seemanthini *et al*., 2018).

در مطالعه‌ایی بر روی برنج (Oryza sativa L.) در پاسخ به تنظیم‌کننده زآتین و کینتین برای ایجاد ریشه جانبی نشان داده شد سیتوکینین اثر مهاری بر شروع ریشه جانبی و اثر تحریکی بر افزایش طول ریشه جانبی دارد. تحریک ازدیاد طول ریشه جانبی توسط سیتوکینین به دلیل افزایش طول سلول است(Debi et al., 2005).

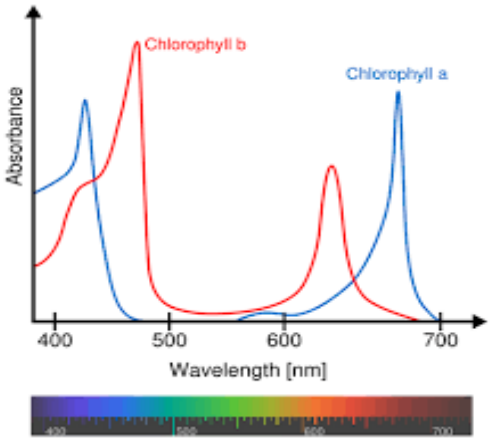
۲-۴- نور

نور یکی از مهم ترین سیگنال های محیطی برای گیاهان است. به عنوان یک منبع انرژی، به شدت بر رشد و نمو گیاهان تأثیر می گذارد. گیاهان نور را از طریق گیرنده های نوری حس می کنند و به سرعت بیان ژن و متابولیسم خود را برای پیروی از در دسترس بودن نور تغییر می دهند. علاوه بر تامین انرژی برای فتوسنتز، نور همچنین به عنوان یک نشانه محیطی کلیدی عمل می کند که جنبه‌های متعدد رشد و نمو گیاه را تنظیم می کند(Jiang et al., 2020). گیاهان کیفیت، کمیت، جهت و مدت نور تابشی را حس می کنند و از آن به عنوان سیگنالی برای بهینه سازی رشد و نمو برای شرایط نور محیط در تمام چرخه زندگی خود استفاده می کنند(Batschauer, 1998). برای گیاهان فتواتوتروف، بخش انرژی تابشی که به عنوان تابش فعال فتوسنتزی (PAR) تعریف شده است، ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، عامل اصلی محیطی است که رشد آنها را کنترل می کند(شکل۲-۴). متداول‌ترین منابع پرتوی مورد استفاده در تأسیسات رشد گیاهی عبارتند از لامپ‌های فلورسنت، متال هالید، سدیم فشار بالا و لامپ‌های رشته‌ای. انواع مختلف لامپ نسبت‌های متفاوتی از شار

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تابشی را در مناطق طیفی PAR و مادون قرمز فراهم می‌کنند(Bula et al., 1991) اخیراً دیودهای ساطع کننده نور (LED) توسعه یافته و به عنوان منبع نور جایگزین برای سیستم کشت گیاهان مورد استفاده قرار گرفته است. LEDها به دلیل ویژگی طول موج و پهنای باند باریک، جرم/حجم کوچک، عمر طولانی و حداقل گرمایش مورد توجه قابل توجهی قرار گرفته اند(Shin et al., 2008). نور و فقدان آن تأثیر قابل توجهی بر رشد و شکل گیاهان دارد. در تاریکی، رشد جدید گیاهان ظاهری خاص پیدا می‌کند: ساقه‌ها بلند و دوکی می‌شوند، برگ‌ها چین خورده و کوچک می‌مانند، و قسمت راسی ساقه اغلب یک قلاب را تشکیل می‌دهد. چنین ظاهری به عنوان etiolated نامیده می شود. سایر خصوصیات اتیولاسیون شامل سرکوب رشد کلروپلاست، کاهش رنگدانه (هم رنگدانه های فتوسنتزی و هم غیر فتوسنتزی) و کاهش سطح بسیاری از آنزیم ها و مواد دیگر است. دو روش کلی وجود دارد که نور رشد گیاه را اصلاح می کند. اولین مورد از طریق فتوسنتز است. رشد طولانی مدت نیاز به منبع کافی انرژی دارد که در گیاهان سبز با جذب انرژی نور در فتوسنتز تامین می شود. فتوسنتز همچنین کربن جذب شده را فراهم می کند که در سنتز پلی ساکاریدهای دیواره سلولی، لیپیدهای غشایی، پروتئین ها و سایر اجزای سلولی استفاده می شود. فتوسنتز این منابع اولیه (انرژی و بلوک های سازنده کربن) مورد نیاز برای رشد پایدار گیاهان سبز را فراهم می کند. فتوکنترل رشد نیز از طریق رنگدانه‌های فتومورفوژنیک انجام می‌شود. اینها شامل فیتوکروم و گیرنده‌های جذب کننده نور آبی (B) و UV هستند. این رنگدانه ها نه انرژی و نه کربن مورد استفاده در رشد گیاه را تامین می کنند. بلکه آنها یک یا چند شرایط را در محیط تشخیص می دهند (مانند کیفیت، کمیت، جهت و مدت نور) و رشد را در پاسخ به این شرایط تعدیل می کنند. برای ایجاد اثرات مشخص نور بر اندازه و شکل گیاه ، رنگدانه های فوتومورفوژنیک سرعت و جهت رشد اندام های مختلف گیاه را تنظیم می کنند. ممکن است فعل و انفعالات پیچیده ای بین فتوسنتز و فرآیندهای فتومورفوژنیک وجود داشته باشد،به طور خلاصه، فتوسنتز مواد خام ضروری مورد نیاز برای رشد را فراهم می کند، اما رنگدانه های فوتومورفوژنیک فرآیند رشد را تعدیل و کنترل می کنند. گیاهان از نور به عنوان یک نشانه محیطی برای تغییر رشد خود و اصلاح رشد خود استفاده می کنند(Cosgrove, 1994). گزارش شد که طول موج های مختلف نور می تواند فتوسنتز، جوانه زنی، گلدهی، تجمع زیست توده و سنتز فیتوشیمیایی را تنظیم کند(Song et al., 2022).

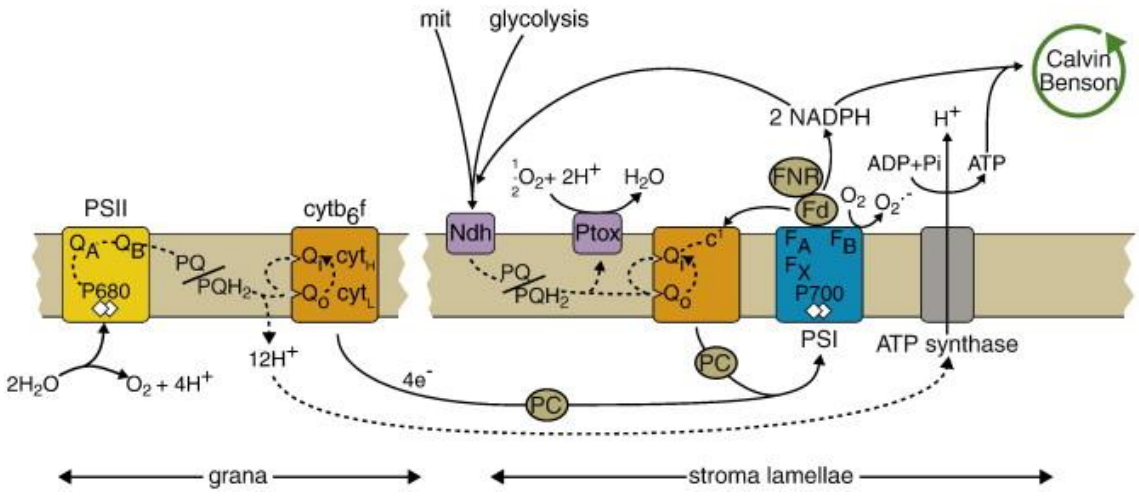
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل۲-۴- طول موج دریافتی نور در گیاهان توسط دو کلروفیل a و b

۲-۴-۱- نور و فتوسنتز

فتوسنتز از طول موج های ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، کمتر از نیمی از طیف خورشیدی استفاده می کند.فرآیند فتوسنتز از لحاظ تاریخی شامل دو بخش در نظر گرفته شده است: واکنش‌های نوری که در سیستم غشایی تیلاکوئید رخ می‌دهد که ATP و NADPH را تولید می‌کند. و واکنش‌های تثبیت کننده کربن که از ATP و NADPH برای تثبیت CO2 اتمسفر در مولکول‌های آلی استفاده می‌کنند.



شکل۲-۵- دستگاه فتوسنتزی

جریان الکترون خطی از آب به $NADP^+$ منجر به پمپ شدن پروتون ها به لومن غشای تیلاکوئید می شود که سپس برای ایجاد ATP در ATP سنتاز استفاده می شود. تقریباً ۷۵ درصد از انرژی خورشیدی در مراحل

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

اولیه جمع آوری نور از بین می رود، زیرا از تمام طیف نور استفاده نمی شود، بخشی از آن منعکس یا منتقل می‌شود و مقداری به عنوان گرما تلف می‌شود(Cardona *et al*., 2018).

واکنش‌های نور محور اولیه فتوسنتز در غشاهای تیلاکوئید رخ می‌دهد و با واسطه فتوسیستمII (PSII) و فتوسیستمI (PSI) انجام می‌شود. وجود این دو واکنش نوری متمایز برای اولین بار از مطالعات انجام شده بر روی افزایش بازده فتوسنتزی مشاهده شده با روشن کردن جلبک‌ها با دو منبع نور قرمز دور و نور با طول موج کوتاه استنتاج شد. جفت شدن دو واکنش نوری در یک زنجیره انتقال الکترون خطی، اساس طرح Z را تشکیل می دهد که ۵۰ سال پیش توسط هیل و بندال پیشنهاد شد و هنوز هم امروزه حاکم است. در این طرح، دو واکنش نوری به صورت سری عمل می‌کنند که در آن الکترون‌های استخراج‌شده از آب توسط PSII از طریق مخزن پلاستوکینون، کمپلکس سیتوکروم b6f (Cytb6f) و پلاستوسیانین به PSI و در نهایت به فرودوکسین و $NADP^+$ برای تولید NADPH منتقل می‌شوند. این واکنش‌های انتقال الکترون با پمپاژ پروتون به لومن تیلاکوئید همراه می‌شوند و شیب پروتون حاصل برای تولید ATP مهار می‌شود. هر دو ATP و NADPH چرخه کالوین-بنسون را برای تثبیت CO_2 و سایر فرآیندهای جذب سوخت می‌کنند. فتوسیستم یک و دو و کمپلکس سیتوکروم b6f حاوی زیر واحدهای متعدد، رنگدانه‌ها و کوفاکتورهای ردوکس هستند و از طریق عملکرد هماهنگ سیستم‌های ژنتیکی هسته و کلروپلاست سنتز می‌شوند. دستگاه فتوسنتزی علاوه بر نقشی که در جذب و تبدیل انرژی نور دارد، به عنوان حسگر تغییرات در محیط نور نیز عمل می کند.

جریان الکترون فتوسنتزی توسط دو واکنش فتوشیمیایی کاتالیز شده توسط PSII و PSI هدایت می شود که به صورت سری توسط زنجیره انتقال الکترون به هم متصل می شوند(شکل ۲-۵).در یکسر این زنجیره، فعالیت فتوشیمیایی PSII که یک اکسیدانت قوی است قادر به اکسید کردن آب با آزادسازی همزمان پروتون‌ها و اکسیژن مولکولی در لومن تیلاکوئید و احیا گیرنده‌های الکترون اولیه PSII، فئوفیتین QA و QB، در سمت استرومایی غشاء می‌شود. فئوفیتین الکترون را از فتوسیتم دو می‌گیرد و به مجموعه‌ایی از دو پلاستوکوئینون منتقل می‌کند.هنگامی که دو الکترون را پذیرفت QB، QB از PSII جدا شده ووارد بخش هیدرو کربنی غشا شده و در اینجا الکترون‌های خود را به مجموعه‌ی سیتوکروم b6f منتقل می‌کند.این کمپلکس به عنوان یک پمپ پروتون در یک فرآیند سیکل مانند عمل می کند. اکسیداسیون پلاستوکوئینول دو پروتون در لومن و دو الکترون آزاد می‌کند که یکی از آن‌ها از طریق زنجیره با پتانسیل بالا به پروتئین Rieske و سپس به سیتوکروم f و متعاقباً به پلاستوسیانین و PSI منتقل می شود. الکترون دیگر از طریق زنجیره کم پتانسیل به cytL و cytH در کمپلکس Cytb6f و در نهایت به کینون در محل Qi منتقل می شود تا یک نیمه کینون تشکیل شود. پس از اکسیداسیون پلاستوکوینول دوم در محل Qo، این فرآیند تکرار می شود و semiquinone به کینول کاهش می یابد و از Qi آزاد می‌شود. همانطور که در بالا توضیح داده شد می تواند دوباره وارد چرخه Q شود. انتقال الکترون از Cytb6f به PSI توسط پروتئین مسی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

پلاستوسیانین در لومن تیلاکوئید انجام می شود. PSI با اکسید کردن پلاستوسیانین و انتقال الکترون ها از طریق سه مرکز داخلی 4Fe-4S FX، FA و FB به فردوکسین، به عنوان اکسیدو ردوکتاز نور محور عمل می کند. در نهایت این الکترون‌ها می توانند توسط فرودوکسین NADP ردوکتاز (FNR) برای تولید NADPH استفاده شوند که همراه با ATP تولید شده توسط سنتاز ATP چرخه کالوین-بنسون را برای جذب CO_2 هدایت می کند. علاوه بر این، فرودوکسین الکترون‌ها را به مسیرهای دیگر مانند انتقال چرخه‌ای الکترون، جذب گوگرد و نیتروژن، و به تیردوکسین‌ها که جذب کربن را تنظیم می‌کنند، منتقل می‌کند.

علاوه بر حالت انتقال الکترون خطی (LEF)، سیستم همچنین می تواند انتقال چرخه ای الکترون (CEF) را انجام دهد در این مورد، فرودوکسین احیا شده، گیرنده نهایی PSI، الکترون‌های خود را از طریق NADPH یا مستقیماً به کمپلکس Cytb6f به مخزن پلاستوکینون بازمی‌گرداند و باعث ایجاد جریان چرخه‌ای الکترون در اطراف PSI می‌شود که با انتقال پروتون و تشکیل ATP همراه می‌شود. یک چرخه از مسیر کالوین-بنسون، یعنی تثبیت یک مولکول CO_2، ۳ مولکول ATP و ۲ مولکول NADPH را مصرف می‌کند. با این حال، تخمین نسبت ATP/NADPH ناشی از LEF حدود ۱,۲۸ است که به وضوح برای هدایت چرخه کالوین کافی نیست. در گیاهان C3، CEF به ویژه در شرایط تنش خاص مانند CO_2 کم، نور زیاد، خشک-سالی، یا در طول انتقال تاریک به روشن اهمیت دارد. تحت این شرایط، جریان چرخه‌ای الکترون امکان اسیدی شدن لومن تیلاکوئید را فراهم می‌کند، که برای القای سنتز ATP و برای تحریک خاموش کردن غیرفتوشیمیایی لازم است، که به نوبه خود PSII را کاهش می‌دهد. CEF همچنین هنگامی که تنفس نوری فعال است مهم است زیرا ATP بیشتری برای تثبیت CO_2 در این شرایط مورد نیاز است.

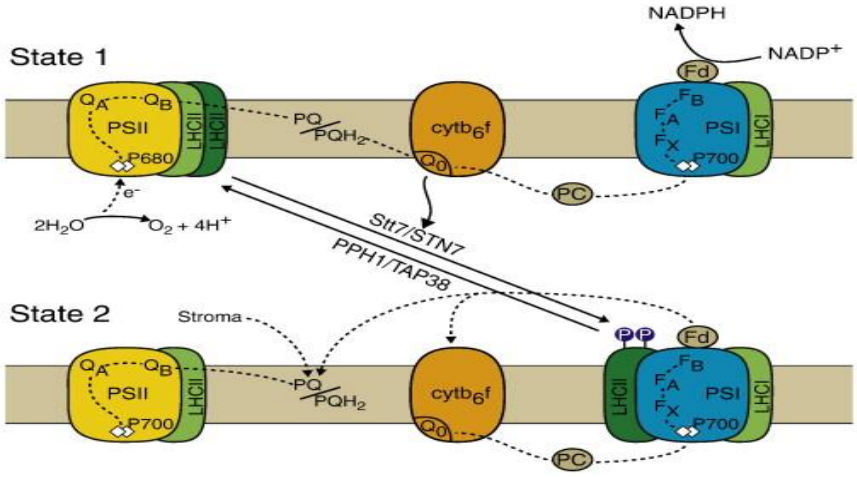
احیا بیش از حد زنجیره انتقال الکترون می تواند جریان الکترون را متوقف کند زیرا در این شرایط، هیچ راهی برای حرکت الکترون ها وجود ندارد. تحت این شرایط، جریان الکترونی شبه چرخه‌ای رخ می‌دهد که در آن انتقال الکترون از آب به PSI با اکسیژن مولکولی به عنوان گیرنده الکترون جایگزین انجام می شود. این فرآیند به نام واکنش مهلر منجر به تشکیل سوپر اکسید می‌شود که متعاقباً توسط سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز تبدیل به آب و اکسیژن می شود. این چرخه آب-آب برای بازیابی موازنه ردوکس در زمانی که زنجیره انتقال الکترون بیش از حد احیا می‌شود. در نتیجه اجازه می‌دهد تا انتقال چرخه‌ای الکترون عمل کند و ATP برای چرخه کالوین تولید کند، که به نوبه خود NADPH را اکسید کرده و بازیابی LEF می‌کند.

جزء شناسایی شده دیگر زنجیره کلرو تنفسی، یک پلاستید کوینول اکسیداز پایانی به نام PTOX است. سطح این آنزیم در پاسخ به تنش های محیطی افزایش می یابد. همراه با کمپلکس NDH، PTOX می‌تواند با ایجاد حالت ردوکس حامل‌های الکترون بین سیستمی در حوزه‌های تیلاکوئید که در آن جریان چرخه‌ای الکترون رایج است، نقش تنظیم‌کننده‌ای داشته باشد. علاوه بر این، می تواند با جلوگیری از کاهش بیش از حد زنجیره انتقال الکترون در نور زیاد، به عنوان یک دریچه ایمنی عمل کند. در واقع بیان بیش از حد

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

PTOX باعث کاهش حالت کاهش PQ در طول مرحله القایی فتوسنتز می شود، زمانی که چرخه کالوین-بنسون هنوز فعال نشده است. PTOX فشار تحریک PSII را کاهش می دهد و از تشکیل ROS جلوگیری می کند، که در غیر این صورت می تواند در تابش کم رخ دهد

سیستم های برداشت نور PSII و PSI ترکیب پروتئین و رنگدانه متفاوتی دارند و از این رو خواص جذب نور متفاوتی دارند. بنابراین تغییرات در کیفیت نور منجر به تحریک نابرابر PSII و PSI و ایجاد عدم تعادل در زنجیره انتقال الکترون می‌شود که از طریق انتقال حالت اصلاح می‌شود. در شرایط نوری متغیر، حالت رداکس مخزن پلاستوکینون بسته به اینکه PSII یا PSI ترجیحاً برانگیخته باشد، احیا یا اکسیده می‌شود. یک حالت رداکس احیا شده مخزن پلاستوکینون به نفع اتصال پلاستوکینول به محل Qo کمپلکس Cytb6f است و منجر به فعال شدن پروتئین کیناز می شود که LHCII را فسفریله می کند. این رویداد فسفوریلاسیون باعث حرکت LHCII فسفریله شده به PSI می‌شود و در نتیجه سطح مقطع آنتن PSI را افزایش می دهد و انرژی تحریک بین PSII و PSI را متعادل می کند. این فرآیند برگشت پذیر است زیرا تحریک بیش از حد PSI منجر به اکسیداسیون مخزن پلاستوکینون، غیرفعال شدن LHCII کیناز، دفسفوریلاسیون LHCII از طریق یک فسفاتاز و بازگشت LHCII به PSII می شود(شکل۲-۶).



شکل۲-۶- انتقال حالت در دستگاه فتوسنتزی

مجتمع‌های PSII-LHCII و بیشتر LHCII متحرک در لایه‌های گرانا وجود دارند، در حالی که PSI-LHCI و ATP سنتاز از این ناحیه حذف می‌شوند زیرا به دلیل مانع فضایی به دلیل حوزه‌های استرومایی حجیم آنها هستند. برخلاف سایر کمپلکس‌ها، کمپلکس‌های Cytb6f در تمام مکان‌های غشاهای تیلاکوئید توزیع شده‌اند (شکل ۲-۵). جریان الکترون بین کمپلکس‌های فتوسنتزی توسط دو حامل متحرک پلاستوکینون و پلاستوسیانین به ترتیب در دو لایه لیپیدی و فضای لومنال انجام می‌شود(Rochaix, 2011).

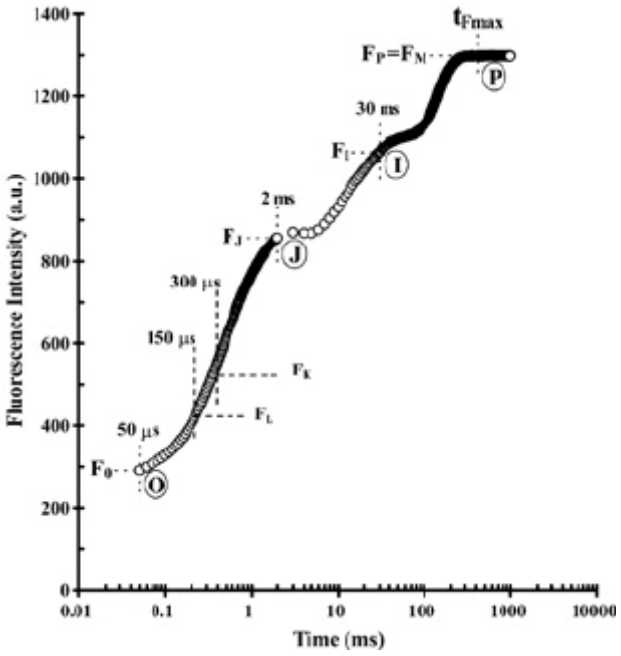
۲-۴-۲- تست OJIP

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تست OJIP بر اساس اندازه‌گیری سیگنال‌های فلئورسنس کلروفیل a و آنالیز آن‌ها پایه‌گذاری شده است و اطلاعات دقیقی راجع به ساختار و وظایف اندام‌های فتو سنتزی (مخصوصاً فتوسیستم ۲) فراهم می‌کند. فرمول‌های کاربردی که واکنش‌های اولیه فتوسنتزی و معماری دستگاه فتوسنتز را شرح می‌دهند، با نظریه جریان انرژی در غشاء تیلاکوئید بین مجموعه‌های رنگدانه‌ای فتو سنتز در فتو سیستم ۲ مطابق هستند. در سال‌های اخیر تست OJIP بصورت فزاینده‌ای در شاخه‌های بیولوژی گیاهی و در ارزیابی شرایط فیزیولوژیکی فتوسیستم۲ مورد استفاده قرار گرفته است .وضعیت فیزیولوژیکی دستگاه فتوسنتزی بر اساس تجزیه و تحلیل چند گروه از پارامترهایی که اندازه‌گیری و محاسبه شده‌اند شامل جریان‌های خاص و پدیده‌شناختی و همچنین بر اساس آنالیز کارایی فتوسیستم ۲ و مراکز واکنشی که توانایی احیای پذیرنده اولیه فتوسیستم ۲ (QA) را ندارند، ارزیابی می‌شود . این مراکز واکنش به عنوان مراکز جاذب گرما یا مراکز خاموش شناخته میشوند. مراکز واکنش خاموش (RCsi) نمی-توانند QA را احیا کنند و انرژی برانگیخته شده را به سمت آنتن بازگردانند. مراکز واکنش فتوسیستم ۲ در فلئورسنس‌های متغیر شرکت نمی‌کنند و کارایی آنها پایین و مشابه با فتوسیستم ۲ با مراکز واکنش باز است. این مراکز تنها با تنش‌هایی که یک بار آنها را بوجود آورده دوباره فعال شده و سپس از بین می-روند. همچنین تست OJIP قسمتی از مراکز واکنش آزاد (مراکز واکنشی که دوباره باز شده‌اند) که نمیتوانند دومین گیرنده پلاستوکوئینون QB را احیا کنند را آنالیز میکند. این‌ها به عنوان مراکز واکنش کند باز شونده شناخته میشوند. در نهایت، تست کمک می‌کند تا جریان انرژی احتمالی بین تک تک اجزای فتوسیستم ۲ را ارزیابی کنیم.

اسم OJIP از نقاط مختلف روی یک نمودار القائی که در آن سیگنال‌های فلئورسنس اندازه‌گیری شده است حاصل می‌شود (شکل۲-۷).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل۲-۷-.منحنی القاء فلئورسنس کلروفیل که در یک فاصله زمانی کوتاه اندازه‌گیری شده است

فاز O-J نشان دهنده احیای تدریجی QA ، اولین گیرنده الکترون در فتوسیستم ۲ است. فاز J-I مسئول فرونشانی فلئورسنس کلروفیل که مشخصه فعالیت کمپلکس تجزیه کننده آب (OEC) در قسمت اهدا کننده فتوسیستم۲ است. بالاترین کارایی فلئورسنس در فاز I-P برای تخلیه پذیرنده بعدی در فتوسیستم۲ است. آنالیز تست OJIP درک ما را از رابطه بین ساختار و وظیفه دستگاه فتوسنتزی افزایش می‌دهد و از ارزیابی سریع زنده بودن گیاه پشتیبانی می‌کند.این تست بوسیله اندازه‌گیری سیگنال‌های فلئورسنس کلروفیل a در فواصل زمانی کوتاه، از ۴۰ تا ۵۰ میکروثانیه و در انتها کمتر از ۱ ثانیه انجام می‌شود. قرائت‌های اصلی بعد از 50µs ، 100µs ، 300µs ، 2ms ، 30ms و 1s انجام می‌شود که برای محاسبه پارامترهای تست OJIP همچون ABS/RC ، TR/ CS ، ET /CS، RC/ CS و DI/ SCجهت ارزیابی وظایف فتو سیستم ۲ ا ستفاده می‌شوند(Kalaji *et al*., 2017; Strasser *et al*., 2000).

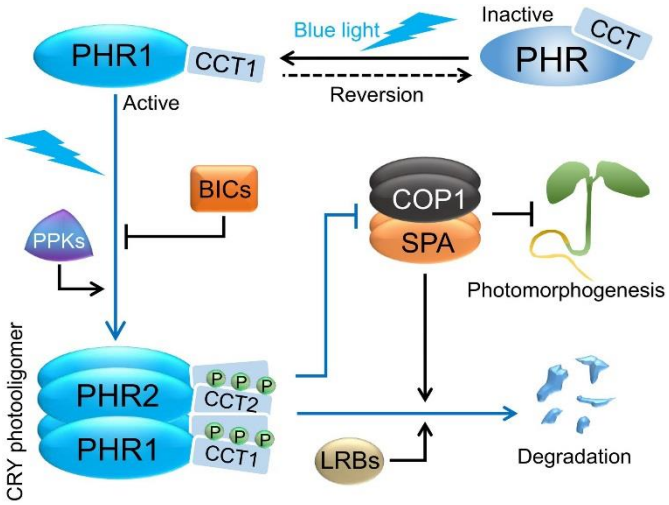
۲-۴-۳- نور آبی

مشخص شده است که کلروفیل دومین پیک جذب متمایز در طول موج ۴۵۰ نانومتر (منطقه نور آبی) به غیر از اولین پیک در طول موج ۶۶۰ نانومتر (منطقه نور قرمز) در طیف جذب نور خود دارد. نور آبی نیز برای رشد سالم مورفولوژیکی ضروری است(Okamoto et al., 1996). از آنجایی که پیک های اصلی جذب رنگدانه فتوسنتزی در برگ های گیاه، نور قرمز و آبی بود، تأثیر آشکاری بر فتوسنتز در گیاهان داشتند. با این حال، تک نور قرمز یا آبی برای رشد طبیعی گیاهان کافی نیست و نسبت مشخصی از نور قرمز و آبی برای رشد گیاهان مفید است (Song et al., 2022). نور آبی به تنهایی، به ویژه در شدت بالا، باعث واکنش های اجتنابی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

از کلروپلاست می شود که باعث می شود کلروپلاست‌ها از نور شدید فرار کنند و فتوسنتز را کاهش می دهند(Ohtake et al., 2018). نور آبی در بیوسنتز کلروفیل، جلوگیری از تطویل شدن سلول، نورگرایی، تنظیم ساعات شبانه روزی و گلدهی،باز شدن روزنه، سنتز آنزیم، بلوغ کلروپلاست ، تجمع ماده خشک، ، قند محلول، فعالیت‌های POD و فتوسنتز مهم است(Shin et al., 2008; Song et al., 2022) گیاهان دارای چندین گیرنده نور آبی هستند که جنبه های مختلف رشد و نمو را تنظیم می کنند. مطالعات اخیر سه گیرنده از این قبیل را شناسایی کرده اند: کریپتوکروم ۱، کریپتوکروم ۲ و فتوتروپین. کریپتوکروم های ۱ و ۲ گیرنده های فتولیاز مانند هستند که رشد هیپوکوتیل و زمان گلدهی را تنظیم می کنند. فتوتروپین در پاسخ به نور آبی واسطه فتوتروپیسم است. علاوه بر این، فیتوکروم A نیز به عنوان واسطه پاسخ های مختلف به نور آبی شناخته شده است. فتوتروپین احتمالاً یک پروتئین کیناز است که غلظت کلسیم سیتوپلاسمی را تنظیم می‌کند و بازشدن روزنه و نور گرایی را تنظیم می‌کند، در حالی که کریپتوکروم‌ها ممکن است فعالیت کانال آنیون و تغییرات در بیان ژن(مانند چالکون سینتاز و پروتئین هایی که کلروفیل a و b را به متصل می‌کند) را تنظیم کنند(Lin, 2000). مانند فتوتروپین های فوق الذکر، سایر گیرنده های دامنه LOV، از جمله(ZEITLUPE) ZTL ، (LOV KELCH REPEAT PROTEIN 2) LKP2 و (FLAVIN-BINDING) FKF1، KELCH REPEAT F-BOX)، واکنش های خاص نور آبی را واسطه می کنند. به نظر می رسد که عملکرد آنها با نگهداری ساعت شبانه روزی و تنظیم زمان گلدهی مرتبط باشد(Wang & Folta, 2013). CRY یک پروتئین محلول است و کریپتوکروم‌های گیاهی زیرخانواده‌ای از خانواده بزرگ و متنوع کریپتوکروم/فتولیاز را تشکیل می‌دهند و نقش حیاتی به‌عنوان گیرنده‌های نوری در پاسخ‌های گیاهان به شرایط نوری در محیط دارند. این گیرنده‌های نور آبی چندین جنبه از فتومورفوژنز را تنظیم می کنند و به طور مستقیم با فیتوکروم‌ها به عنوان گیرنده‌های نور قرمز/قرمز دور تعامل دارند. کریپتوکروم‌ها ساعت شبانه روزی گیاهان را با چرخه بیرونی نور-تاریکی همگام می‌کنند و با تغییر طول روز نقش عمده‌ای در شروع گلدهی دارند. علاوه بر این، کریپتوکروم‌ها در تنظیم دهانه روزنه نقش دارند و باعث مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی ناشی از اکسیژن منفرد می‌شوند. در تاریکی، این گیرنده های نوری FAD اکسید شده را در ناحیه همسانی فوتولیاز (PHR) متصل می کنند. پس از جذب نور آبی، FAD با انتقال الکترون از طریق یک سه گانه تریپتوفان حفظ شده و انتقال پروتون از اسید آسپارتیک نزدیک به حالت رادیکال خنثی، حالت سیگنال دهی احتمالی، تبدیل می شود. کریپتوکروم‌های گیاهی حسگرهای نور آبی هستند که یک رادیکال خنثی فلاوین فوق‌العاده پایدار را به عنوان یک حالت سیگنالینگ تشکیل می‌دهند(Hense et al., 2015; Lin et al., 1996).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل۲-۸- مسیر سیگنالینگ گیرنده کریپتوکروم

۲-۴-۳-۱- پیشینه تحقیق طیف‌نور آبی

در مطالعه‌ایی پاسخ کاهو (*Lactuca sativa*) به طیف نورهای مختلف (۱۰۰µmol·m−2·s−1 نور آبی، ۵۰µmol·m−2·s−1 نور آبی با ۵۰µmol·m−2·s−1 نور قرمز و ۱۰۰µmol·m−2·s−1 نور قرمز) به مدت یک هفته انجام شد. نتایج نشان داد شاخساره‌ها و ریشه‌های نهال‌های کاهو تیمار شده با چراغ‌های LED حاوی آبی بیش از ۲۹ درصد و بیش از ۸۳ درصد در مقایسه با نهال‌هایی که زیر یک لامپ فلورسنت سفید (FL) رشد کرده‌اند افزایش یافته است (Johkan *et al*., 2010).

در مطالعه‌ایی که روی گیاه موز حبشی (*Ensete*) در پاسخ به نور UV_B و تراکم کشت برای تقویت پاجوش دهی انجام شد .نتایج نشان داد که بیشترین تعدادپاجوش (۴۷,۳)از ترکیب تیمار تراکم کاشت کمتر و در معرض اشعه UV-B خورشیدی ثبت شد(Olango, 2020).

در مطالعه‌ایی بر روی نهال‌های پیوندی گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*)در پاسخ به تأثیر طیف نوری مختلف (R = Red light 100%, R7:B3 = Red70%+ Blue30%, B = Blue light 100%, WFL = White Fluorescent Lamps100%)انجام شد. نتایج نشان داد که استفاده از مخلوط نور قرمز و آبی (R7: B3) باعث افزایش قابل توجه سطح کل برگ، وزن خشک (کل ، ساقه و ریشه)، نسبت کلروفیل/کاروتنوئید کل، پروتئین محلول و محتوای قند شد. علاوه بر این، این روش عملکرد فتوسنتز بهتری را حفظ می‌کند (Yousef *et al*., 2021)

در مطالعه‌ایی رو گیاه پرنده بهشتی (*Heliconia stricta 'Iris*)در پاسخ به چهار سطح تابش فعال فتوسنتزی (PAR) (70%، 50٪ و ۳۰٪ از PAR و شرایط کنترل شده که بدون سایه بود)انجام شد. نتایج نشان داد که گیاهانی که تحت کمترین میزان PAR (۳۰ تا ۳۵ درصد شرایط باز) رشد کردند؛ زیست توده ، ارتفاع بوته، پاجوش (۳۶,۲۰و ۴۳,۸۰ به ترتیب در سال اول، دوم و سوم) و رشد بیشتری را نشان دادند (Nihad *et al*., 2019).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

در مطالعه‌ایی روی گیاه آرابیدوپسیس (*Arabidopsis thaliana*) در پاسخ به نور آبی برای ریشه‌زایی نابه‌جا انجام شد. نتایج نشان داد که نور آبی باعث ایجاد ریشه‌های ناخواسته از طریق مبدل سیگنال نوروتروپیک، NPH3 می‌شود، که با تأثیر بر انتقال اکسین با واسطه PIN3، تشکیل ریشه تصادفی را تنظیم می‌کند(Zhai *et al.*, 2021).

در مطالعه‌ایی رو گیاه آربیدوپسیس در پاسخ به طیف مختلف نوری (نور آبی در سه شدت نوری ۱ μmol·m−2·s−1، ۳ ، ۵ و ۸ ، نور قرمز با شدت ۸ μmol·m−2·s−1 و تاریکی)انجام شد. نتایج نشان داد که نهال‌های جهش یافته cry1 در نور آبی کاهش طول ریشه را نشان می‌دهند، در حالی که نهال‌های با بیان بیش از حد cry1 افزایش طول قابل‌توجهی را نسبت به گروه‌های کنترل وحشی نشان می‌دهند. در مقابل، جهش cry2 همانند cry1 اثر معکوس بر رشد ازدیاد طول ریشه دارد و نشان می‌دهد که cry1 و cry2 در این مسیر پاسخ متضاد عمل می‌کنند. ازدیاد طول ریشه اولیه در نور آبی ممکن است برهمکنش بین مسیرهای سیگنالینگ کریپتوکروم و اکسین را شامل شود (Canamero *et al.*, 2006).

در مطالعه‌ایی که روی گیاه آکمئا (*Achmea Primera*)، گازمانیا (*Guzmania Rostara*)و فریزیا (*Vriesea Splenriet*) در پاسخ به نورتکمیلی (بر مبنای آبی قرمز) و EC (EC رو با دو برابر کردن ماکرو المنت ها دو بل کردیم)انجام شد. نتایج نشان داد که فریزا اصلا پاجوش نمیده به سختی پاجوش میده و گاز مانیا هم با نور تکمیلی پاجوش‌دار شد و در آکمئا پاجوش‌دهی خیلی زیاد شد مخصوصا در تیمار R70B30،R80B20.در هر سه گیاه زیست توده ریشه زیاد شد با نورتکمیلی.و این گیاهان به EC دوبل واکنش منفی دادند اما این اثر منفی رو با نورتکمیلی میشه بر طرف کرد (کریم زاده و همکاران.، ۱۳۹۸).

۲-۴-۴- نور سبز

گیاهان سبز به نظر می رسند زیرا نور سبز توسط گیاه منعکس می شود. بنابراین تصور می شود که نور سبز برای رشد گیاه، به ویژه برای فوتومورفوژنز و فتوسنتز، هیچ فایده ای ندارد. اما تابش نور سبز باعث افزایش طول ساقه می شود و تولید زیست توده را کاهش می دهد. نور سبز فقط توسط کلروفیل ها و رنگدانه های استخراج شده از برگ‌های سبز ضعیف جذب می شود. نور سبز همچنین بر مورفولوژی و فیزیولوژی گیاه، از جمله رشد برگ، هدایت روزنه‌ای و ازدیاد طول اولیه ساقه تأثیر می‌گذارد. درصد جذب نور آبی یا قرمز توسط برگ گیاه حدود ۹۰ درصد و نور سبز حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد است. نور سبز بهتر از نور آبی یا قرمز می تواند در تاج پوشش گیاه نفوذ کند(Johkan et al., 2012). پاسخ‌ها به نور سبز معمولاً پاسخ‌هایی در نور کم هستند، که نشان می‌دهد ممکن است به سازگاری با رشد در زیر شاخ و برگ یا در نزدیکی گیاهان دیگر کمک کنند. نور قرمز دور و تا حدودی سبز از طریق برگ رد می‌شوند و به ناحیه زیرین منتقل می شود.نور آبی و قرمز توسط برگ‌های بالایی گرفته می‌شوند. تا هزاره کنونی، اثرات خاص طول موج سبز گهگاه در گیاهان گزارش شده است. قارچ‌ها، جلبک‌ها و باکتری‌ها به وضوح پاسخ‌های نور سبز نشان دادند که نشان می‌دهد سیستم‌های مشابهی در گیاهان یافت می‌شوند. مجموعه‌ای از گزارش‌ها در دهه گذشته نشان داده‌اند که نه تنها پاسخ‌های

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

خاص سبز وجود دارد، بلکه اغلب توسط سیستم‌های حسگر نوری به خوبی توصیف می‌شوند. جای تعجب نیست که گیرنده های نوری شناخته شده می توانند به طول موج سبز به دلیل طیف جذب گسترده‌ای که در قسمت سبز طیف قرار دارند، پاسخ دهند. فیتوکروم را می توان با نور سبز به شکل جذب کننده قرمز دور و فعال بیولوژیکی تبدیل کرد. نور سبز تعادل فیتوکروم را به نفع شکل فعال Pfr برقرار می کند ، و نور سبز برای فعال کردن پاسخ های فیزیولوژیکی مانند جوانه زنی بذر در آرابیدوپسیس کافی است .سایر گیرنده ها وقتی با نور آبی فعال می شوند، خاصیت جذب خود را تغییر می دهند و حالت جذب سبز ایجاد می کنند. کریپتوکروم‌ها جذب کننده آبی هستند. با تحریک نور آبی، کروموفور فلاوین به نیمه‌کینون (semiquinone) کاهش می‌یابد که اکنون می‌تواند نور را از بخش‌های سبز و زرد طیف جذب کند. روشنایی با نور سبز-زرد (۱۰ ± ۵۶۳ نانومتر) منجر به غیرفعال شدن کریپتوکروم ها می شود. در اینجا، افزودن نور سبز به پس‌زمینه نور قرمز و آبی باعث افزایش طول دمبرگ به ازای کاهش طول کل برگ (تیغه برگ کوچک‌تر) همراه با هیپوناستی آشکار برگ شد. . تعداد فزاینده پاسخ‌های مستند به این طول‌موج‌های سبز نشان می‌دهد که این طول‌موج‌ها در شرایط کم‌نور بیشتر آشکار هستند. آنها توسط کریپتوکروم ها و همچنین توسط یک سیستم حسی فرضی واسطه می شوند. گیرنده phot1 در شرایط نور کم نیز فعال است (Wang & Folta, 2013).

۲-۴-۴-۱- پیشینه تحقیق طیف‌نور سبز

رشد ریشه و ساقه در گیاهان کاهو تحت تابش نور LED سبز در ۱۰۰PPF در مقایسه با نور فلورسنت سفید کاهش یافت، اما رشد ریشه گیاهان تحت تابش نور LED سبز در ۲۰۰PPF افزایش یافت، و رشد ساقه گیاهان رشد یافته تحت طول موج ۵۱۰ با شدت ۳۰۰ PPF بالاترین مقدار تمام منابع نور بود. این نتایج نشان داد که نور LED سبز با شدت بالا برای افزایش رشد گیاه موثر بود و به ویژه نور سبز با طول‌موج کوتاه برای رشد گیاه فعال در دسترس بود(Johkan *et al*., 2012) .

در مطالعه‌ایی روی گوجه فرنگی در پاسخ به طیف مختلف نوری (گیاهان شاهد (B:۲۵R:۷۵)، با جایگزینی تدریجی نور سبز از ۱۰٪ (G10) به ۴۰٪ (G40) با نورقرمز رشد کردند)انجام شد. نتایج نشان داد که تحت نور RGB، گیاهان در مقایسه با گیاهانی که تحت RB-LED رشد می کنند، مواد جذب شده بیشتری را به ریشه‌ها منتقل می کنند(Trojak *et al*., 2022).

در مطالعه‌ایی بر کشت بافت درخت سرو Cunninghamia (C.) lanceolata در پاسخ به طیف‌نور ترکیبی مختلف نشان داده شده است اضافه کردن طیف‌نور سبز به ترکیب نوری اثرات مثبتی روی رشد ریشه داشته است. بهترین ترکیب طیف‌نور قرمز-آبی-بنفش-سبز برای رشد ریشه نهال‌های کشت بافت C. lanceolata و نسبت بهینه ۸:۱:۱:۱ بود که در آن نرخ ریشه‌زایی، فعالیت ریشه و رشد ریشه نهال های کشت بافت به اوج خود رسید(Xu et al., 2019).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل سوم

مواد و روش‌ها

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۳-۱- مواد و روش‌ها

۳-۱-۱-زمان و محل اجرای پژوهش

مراحل اجرایی پژوهش حاضر در گلخانه تحقیقاتی - تجاری واقع درشهرک گلفام روستای فیلستان گلخانه آقای مهندس قزوینیان(شکل۳-۱) و در سردخانه گروه علوم باغبانی دانشکدگان ابوریحان انجام شد و آزمایش های مربوط به پژوهش درآزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی دانشکدگان ابوریحان دانشگاه تهران انجام شد.

شکل۳-۱- محل اجرای پژوهش در گلخانه آقای مهندس قزوینیان

۳-۱-۲- مواد گیاهی و شرایط رشدی

به منظور انجام این پژوهش آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 شرکت xlbloom (فلامینگو) انتخاب شد (شکل۳-۲). این واریته به صورت نشاء کشت بافتی از طریق مجموعه گلخانه‌ایی آقای مهندس قزوینیان وارد کشور شده بود. این نشاها باید طبق قوانین کشور قرنطینه گیاهی را گذرانده بودند و یکسال پس از استقرار در گلخانه آزمایشات این پژوهش روی آنها انجام شد (شکل ۳-۲). شرایط رشدی برای گیاهان تحت آزمایش مانند سایر بخشهای گلخانه بود که دمای روزانه ۲±۲۵ و شبانه۲±۱۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حداقل ۶۰ درصد برای پرورش گیاهان تنظیم شده بود.

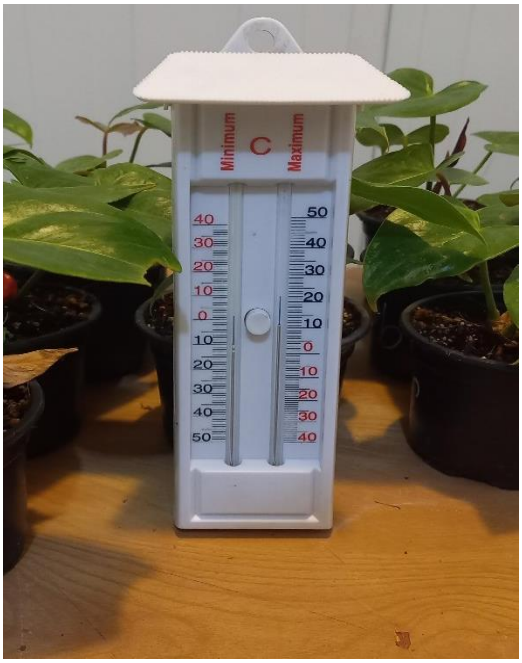
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

شکل۳-۲- آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09

۳-۱-۳- نحوه اعمال تیمارها

ابتدا همه گیاهان به غیر از شاهد از گلخانه به سردخانه منتقل شدند و تیمار سرمادهی گیاهان در سردخانه گروه علوم باغبانی دانشکدگان ابوریحان دانشگاه تهران انجام شد. تیمار سرمایی در۲ سطح سرما (۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد) و ۲ سطح زمان (۷۲ و ۱۲۰ ساعت) انجام شد (شکل ۳-۳). سپس گیاهان برای انجام سایر تیمارها مجدد به مجموعه گلخانه انتقال یافتند. دوره این آزمایش به مدت ۴ ماه از تاریخ ۱۸ تیر سال۱۴۰۱ تا ۱۸ ابان سال ۱۴۰۱ به طول انجامید.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل۳-۳- قرار دادن گیاهان در سردخانه

در این پژوهش دو آزمایش آنجام شد. در آزمایش اول برهمکنش سرما و طیف‌نور بصورت اسپیلیت در قالب طرح کاملا تصادفی و در آزمایش دوم برهمکنش سرما و تنظیم‌کننده‌های رشد بصورت فاکتوریل درقالب طرح کاملا تصادفی انجام شد.

آزمایش اول: بررسی اثر سرمادهی و طیف نور کمکی

گیاهان پس از اعمال تیمار سرمادهی، تحت تیمارهای طیف‌نور کمکی شامل طیف‌نور سبز (با طول موج ۵۴۰ نانومتر) و طیف‌نور آبی(با طول موج ۴۲۰ نانومتر) و شاهد بدون نور تکمیلی یا همان شرایط روشنایی طبیعی و به مدت ۱۲ ساعت در طول روز قرار گرفتند.

آزمایش دوم: بررسی اثر سرمادهی و تنظیم کننده های رشد

گیاهان پس از اعمال تیمار سرمادهی، تحت تیمارهای تنظیم‌کننده رشد شامل غلظت ppm ۷۵۰ بنزیل آدنین (BA) و همچنین غلظت ppm ۳۰۰ اسید جیبرلیک (GA3) به مقدار ۲۰ میلی گرم محلول برای هر بوته به صورت اسپری برگی و اسپری طوقه گیاه قرار گرفتند. محلولپاشی هر ۱۵ روز یکبار عصرگاه و نیم ساعت قبل از غروب، جهت جلوگیری از تبخیر سریع و یا تجزیه ترکیبات هورمون انجام شد.

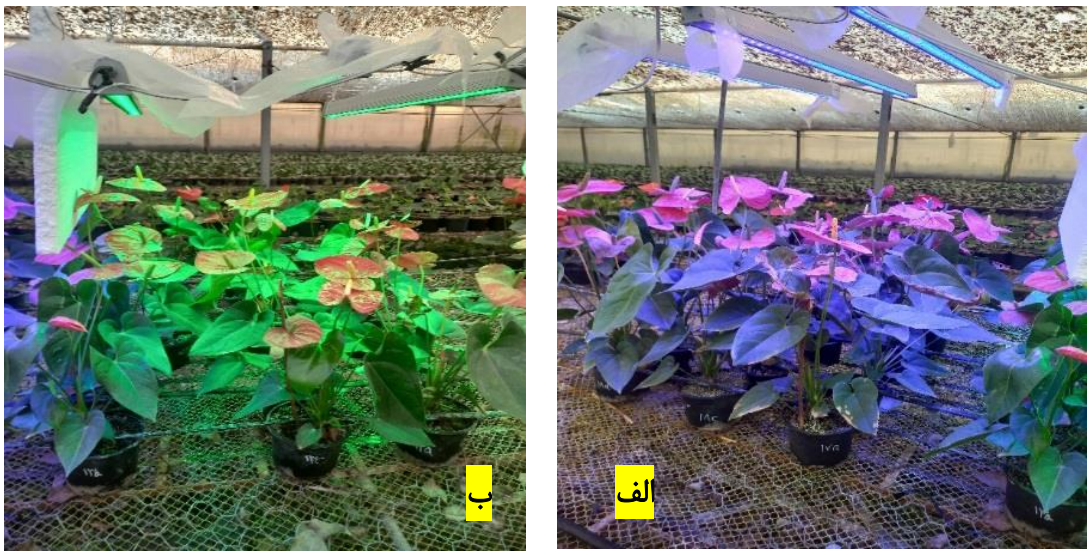
۳-۱-۳-۱- نور تکمیلی

جهت اعمال تیمارهای نوری از روشنایی لامپ‌های کم مصرف LED استفاده شد. تیمارهای نورتکمیلی با استفاده از طیف‌نور سبز و طیف‌نور آبی با شدت نور ۱۲۰ میکرو مول بر متر مربع در ثانیه؛ توسط دستگاه

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

پارفلورپن تنظیم گردید (شکل ۳-۴-الف). مدت یا دوره روشنایی نور تکمیلی به مدت ۱۲ ساعت در طول روز (۷ صبح تا ۷ عصر) اعمال شد (شکل ۳-۴-ب).

شکل ۳-۴-(الف) تایمر تنظیم کننده برای خاموش و روشن کردن لامپ ها،(ب) تنظیم شدت نور مناسب با استفاده از دستگاه پارفلور پن



شکل ۳-۵-(الف) گیاهان تحت تیمار طیف نور آبی، (ب) گیاهان تحت تیمار طیف نور سبز

۳-۱-۳-۲- تهیه محلول‌های تنظیم‌کننده رشد گیاهی

تنظیم‌کننده‌های رشد به‌طور جداگانه وزن شدند، در حلال مناسب (استون برای جیبرلین وNAOH برای سایتوکینن) حل و با آب مقطر به حجم معین رسانده شد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۳-۱-۳-۳- محیط کشت

بستر کشت گیاهان در این پژوهش ترکیب کوکپیت و پرلایت بود (شکل ۳-۶).

شکل ۳-۶- بستر کشت ترکیب کوکوپیت و پرلایت

۳-۱-۳-۴- محلول غذایی

تهیه محلول غذایی براساس فرمول کودی توصیه شده شرکت Anthura تهیه و اعمال شد (جدول ۳-۱). برای کلیه تیمارها یک محلول غذایی در یک سطح یکسان Ec (1000 ± 300 µs/cm) و pH (۵/۵±۰/۸) تنظیم شد و محلول غذایی هر روز در سه نوبت به گیاهان داده می‌شد و این تعداد براساس زهکشی گلدان‌ها صورت می‌گرفت. ماهانه با استفاده از آب خالی بستر کشت گیاهان جهت جلوگیری از افزایش EC بدلیل تجمع نمک‌های محلول غذایی، مورد آبشویی کامل قرار میگرفت.

۳-۱- جدول مقدار عناصر فرمول کودی بر حسب میلی گرم بر لیتر

عناصر	مقدار (PPM)
کلسیم	۱۱۵,۵
نیتروژن	۱۱۹,۲۴
پتاسیم	۱۳۹,۷۷
فسفر	۴۶,۹۲
منیزیوم	۱۹,۸
منگنز	0/۱۶
آهن	0/۸۱
بور	0/۱۰۷

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

روی	0/۲۰۴
مس	0/۰۴۸
مولیبدن	0/۰۶

۳-۲- صفات مورد ارزیابی

جهت بررسی اثر تیمارهای آزمایش صفت های مختلف به شرح زیر بررسی شد.

صفات مورفولوژیک شامل تعداد پاجوش، تعداد و سطح برگ، تعداد گل تولید شده، قطر طوقه، ارتفاع گیاه، تعداد و حجم ریشه

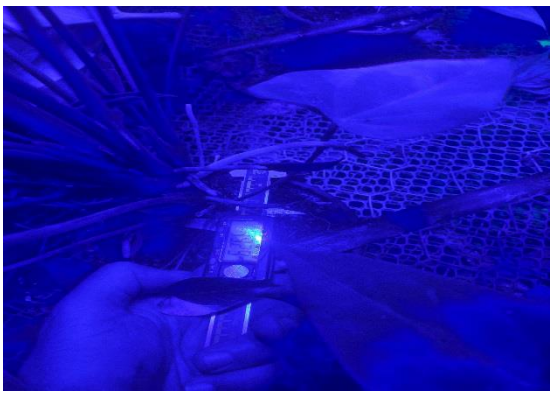
صفات فیزیولوژیکی شامل وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه

صفات بیوشیمیایی شامل مقدار کلروفیل ، مقدار آنتوسیانین ، مقدار پراکسید هیدروژن و مقدار کربوهیدرات گیاهان است.

صفات فتوسنتزی شامل تست OJIP که در پایان دوره آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفت.
در ادامه نحوه اندازه‌گیری برخی از صفت ها تشریح شده است.

۳-۲-۱- قطر و ارتفاع گیاه

برای اندازه گیری قطر گیاه از کولیس و برای ارتفاع گیاه از خط کش استفاده شد (شکل ۳-۷).



شکل ۳-۷- اندازه گیری قطر گیاه با استفاده از کولیس

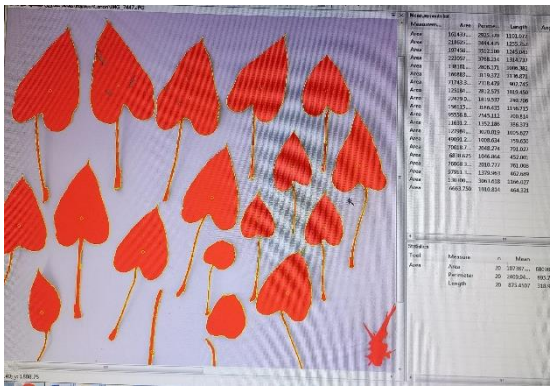
۳-۲-۲- تعداد پاجوش و برگ و گل

تعداد پاجوش و برگ و گل در هر گیاه شمارش شد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۳-۲-۳- سطح برگ

برای تعیین سطح برگ از تمامی برگ های هر گیاه به همراه مقیاس اندازه‌گیری و بدون همپوشانی برگ‌ها بر روی هم عکس گرفته شد. سپس مساحت آنها با استفاده از نرم افزار (v. ۴،۵)Digimaizer اندازه‌گیری شد (شکل ۳-۸).



شکل ۳-۸- اندازه گیری مساحت برگ با استفاده از نرم افزار Digimaizer

۳-۲-۴- حجم ریشه

اندازه‌گیری حجم ریشه با استفاده از استوانه مدرج و تغییر حجم آب داخل آن ارزیابی شد.

۳-۲-۵- وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه و گل

بعد از برداشت گیاه وزن تر برگ‌ها، ساقه، گل و ریشه به صورت جداگانه با ترازو با دقت (۰/۰۱ گرم) اندازه گیری شد و هر کدام از اجزا گیاهی مذکور بصورت جداگانه در پاکت کاغذی بسته بندی شدند و در آون با دمایی ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳ روز قرار گرفتند و پس از خشک شدن از آون خارج و دوباره وزن گیری شدند و به این ترتیب وزن خشک هر کدام از بخش ها نیز ثبت گردید(شکل۳-۹).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

شکل ۳-۹- اندازه گیری وزن تر گل با ترازو

۳-۲-۶- مقادیر کلروفیل

به منظور اندازه گیری میزان کلروفیل a وb و کارتنوئیدهای موجود در برگ، ابتدا ۰/۵ گرم از بافت تازه برگی با استفاده از ۲۰ میلی لیتر استون ۸۰ درصد عصاره گیری شد. محلول به دست آمده به مدت ۱۰ دقیقه در۴۰۰۰ دور سانتریفیوژ شد. سپس محلول رویی برداشته شد و توسط اسپکتروفتومتر در طول موج هایی ۴۸۰، ۶۴۵،۶۶۳ نانومتر اندازه گیری شد. غلظت کلروفیل‌های a و b و کاروتنوئید بر حسب میلی‌گرم بر گرم برگ تازه به ترتیب با استفاده از رابطه های ۱ تا ۳ به دست آمد (Arnon, 1967).

1- Chlorophill a={12.7(D645)-2.69(D664)}/1000w

2- Chlorophill b= {22.9(D645)-4.68(D664)}×v)/1000w

3- Chlorophyll a + b = Chlorophyll a +Chlorophyll b

Vو W به ترتیب نشان دهنده حجم و وزن نمونه برگی هستند.

۳-۲-۷- آنتوسیانین

مقدار ۰/۱گرم از برگ تازه و یک گرم گلبرگ تازه بطور جداگانه با نیتروژن مایع پودر کرده و سپس به هر کدام مقدار ۱ میلی لیتر متانول اسیدی شده با HCL یک در صد اضافه کرده و در تاریکی با دمایی ۴ درجه سانتیگراد به‌مدت ۲۴ ساعت نگهداری گردید. بعد از سانتریفیوژ، با دور ۱۳۰۰۰ بر دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه قرار می‌دهیم و میزان جذب محلول رویی در طول موج ۵۵۰ نانومتر ثبت گردید. غلظت آنتوسانین با در نظر گرفتن ضریب جذب بر اساس رابطه ۳-۴ محاسبه شد(شکل ۳-۱۰) (Wagner, 1979).

$A=\epsilon BC$ رابطه۳-۴

ϵ = ضریب خاموشی برابر با ۳۳۰۰۰ سانتی متر بر مول

B = عرض کوت برای یک سانتی متر

C = غلظت بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تر ماده گیاهی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

شکل ۳-۱۰- واکنش بافت برگ با متانول پس از سانتریفوژ در کووت

۳-۲-۸- کربوهیدرات محلول

برای این منظور ۰/۰۵ گرم از بافت تازه برگی در هاون چینی ساییده و ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد به آن اضافه شد. سپس قسمت بالای محلول جدا و رسوبات باقی مانده دوباره توسط ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد شستشو داده شد و قسمت بالایی آن به محلول قبلی اضافه گردید. عصاره استخراج شده به مدت ۱۵ دقیقه در ۴۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد و بعد از جدا کردن فاز بالایی، عصاره الکلی حاصل برای اندازه‌گیری کربوهیدرات استفاده شد. به منظور تعیین قندهای محلول کل ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره حاصل برداشته و به آن ۳ میلیلیتر آنترون (۱۵۰ میلی گرم آنترون خالص ۱۰میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۷۲درصد) تازه تهیه شده اضافه شد. سپس به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم قرار گرفت تا واکنش انجام و عصاره رنگی شود و پس از خنک شدن جذب در طول موج ۶۲۵ نانومتر با دستگاه طیف‌سنج نوری خوانده شد. و از گلوکز خالص با غلظت‌های ۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به عنوان استاندارد استفاده شد(شکل ۳-۱۱)(Vandoorne et al., 2012).

شکل ۳-۱۱- مراحل اندازه گیری کربوهیدرات محلول

۳-۲-۹- تست OJIP

تست OJIP با استفاده از دستگاه فلئورپن مدل MAX-100 FP flourepen-PAR از برگ جوان گیاهانی که به مدت ۲۰ دقیقه با تاریکی سازگار شده بودند انجام شد. مراحل OJIP فلئورسنس کلروفیل a در فواصل F_o

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

در زمان ۵۰ µs،شدت فلئورساانس در ۳۰ ms (مرحله J) شدت فلئورساانس ۳۰ ms (مرحلهI) و ۳۰۰ ms (مرحلهP) انجام شد(Strasser *et al*., 2000). در نهایت محاسابات با استفاده از نرم افزار Flourpen-PAR نسخه ۱ انجام شد. براساس تجزیه و تحلیل پارامترهای اندازه‌گیری شده، وضعیت فیزیولوژیکی دستگاه فتوسنتزی و جریان انرژی احتمالی بین تک تک اجزا فتوسیستم II مورد بررسی قرار گرفت(شکل۵-۱۲).

پروتکل شامل پارامترهای اندازه‌گیری متعددی است (جدول ۳-۲) تشریح گردید.

شکل ۵-۱۲- تست OJIP با دستگاه پار فلورپن

جدول ۳-۲- پارامترهای خروجی جهت محاسبات و بررسی زنجیره انتقال الکترون

اسم	رابطه
حداقل فلئورسانس وقتی تمام مراکز واکنش فتوسیستم دو، باز هستند	$F_0= F_{50\mu s}$
فلئورسانس در زمان ۲ میلی ثانیه	$F_J=F_{2m}$
فلورسانس در زمان ۶۰ میلی ثانیه	$F_m= F_{60ms}$
حداکثر فلئورسانس وقتی تمام واکش فتوسیستم دو، بسته هستند	$F_m =F_{1s}$
شدت فلئورسانس متغیر	$F_v= F_m-f_0$
حداکثرعملکرد کوانتومی فتوسیستم II در حالت سازگاری با تاریکی	QyMAX= FV/Fm
حداکثر کارایی فتوسیستم دو	ΦP0= 1- (F0 / Fm) or (Fv/ Fm)
احتمال انتقال الکترون برانگیخته شده به آن سوی کوئین	ψ0=A V1-1
عملکرد کوانتومی انتقال الکترون	ΦE0= (1-(F0 / Fm)).ψ0
کارایی فرایندهای کاهش برانگیختگی غیر فتوشیمیایی	ΦD0= 1-ΦP0- (Fm /F0)

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

عملکرد کوانتومی اولیه	ΦPav=ΦP0 (Sm / TFM)
میزان جذب نور به ازای هر مرکز واکنش	PI ABS= RC/ABS. ΦP0 /(1-ΦP0).Φ0-(1-ψ0)

۳-۳- محاسبات آماری

آزمایشها سه تکرار انجام شد. دادههای حاصل از این آزمایشها پس از تست نرمال بودن، توسط نرم افزار آماری SAS (ver. 9.2) تجزیه و مقایسه میانگین داده ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل چهارم

نتایج و بحث

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۴-۱- صفات مورفولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های جمع آوری شده طی ۴ ماه مربوط به تاثیر تیمارهای تنظیم‌کننده رشد (, BA GA) و سرما در پنج سطح و اثرات متقابل دو تیمار(سرما و تنظیم‌کننده رشد) بر صفات مورفولوژیکی گیاهان آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 تعداد برگ، تعداد گل، شاخص رشد ارتفاع، میزان رشد قطر و شاخص رشد قطر و درصد پاجوش‌دهی بررسی شد(جدول ۴-۱).

۴-۱- جدول تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی در آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09

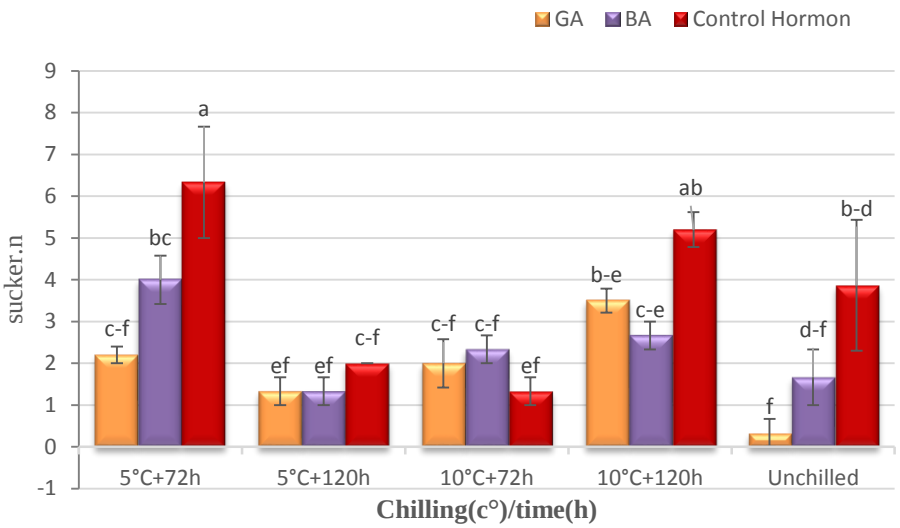
** وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد، * وجود اختلاف معنی داردر سطح پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد پاجوش	شاخص رشدتعدادبرگ	شاخص رشد تعدادگل	میزان رشد ارتفاع	میزان رشد قطر	سطح برگ
تنظیم‌کننده رشد	۲	۱۴**	۶/۱۷ *	۱/۸۱^{ns}	۱۹/ ۲**	۱۲/۸ ^{ns}	۱۴۴۱۳۰/۸^{ns}
سرما	۴	۱۳/۲۴ **	۱۴/۳۸ **	۱/۱۲^{ns}	۱۵/ ۱ **	۹/۶^{ns}	۳۲۸۵۸۰/۹*
تنظیم‌کننده رشد × سرما	۸	۳/۶۶ *	۲/۹۰ ^{ns}	۰/۶۶ ^{ns}	۹/۸ **	۷/۵۵^{ns}	۷۴۰۷۸/۴^{ns}
خطا	۲۸	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۱۴	۳/۴	۹/۲	۱۱۵۶۸۹/۶
ضریب تغییرات	-	۴۳/۱۱	۲۸/۰۵	۱۱۷/۸۲	۷۴/۹	۶۵/۳	۲۳/۹

۴-۱-۱- تعداد پاجوش

اثر متقابل تنظیم‌کننده رشد و سرما بر پاجوش‌دهی گیاه مورد نظر در سطح پنج درصد معنی دار بود (جدول۴-۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین تعداد پاجوش (۶,۳۳) مربوط به تیمار سرمای ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت بدون محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد بود (شکل ۴-۲) که اختلاف معنی دار با تعداد پاجوش (۵,۲) تولید شده در تیمار سرمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت بدون محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد نداشت و این دو تیمار با سایر تیمارها اختلاف معنی دار آماری داشتند. بر این اساس می توان گفت تولید کنندگان می توانند با حداقل امکانات در زمستان که دما پایین می آید با استفاده از صفر فیزیولوزیک گیاه (۱۰ درجه سانتی گراد) و بدون آسیب به گیاه وادار به پاجوش دهی نمایند و بازده تکثیر را با افزایش تولید پاجوش افزایش دهند. در کل گیاهان سرما دیده بدون محلولپاشی تنظیم‌کننده رشد در تولید پاجوش بیتشری تولید نمودند. بجز تیمارسرمایی۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت که همراه با تنظیم‌کننده رشد (BA) بیشترین تعداد پاجوش‌دهی را داشت. همچنین کمترین پاجوش‌دهی مربوط به گیاهانی بود که تیمار سرما دریافت نکرده بودند و محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد GA روی آنها انجام شده بود. احتمالا به‌دلیل آن است که بیشتر زیست توده به سمت تولید اندام رویشی رفته و منجر به تولید کم پاجوش شده است (شکل۴-۱).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل۴-۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده رشد و سرما بر پاجوش‌دهی

بحث:

دما یک عامل محیطی مهم است که رشد و نمو گیاه را تعیین می کند. تنش سرما می تواند منجر به اختلالات فیزیولوژیکی، سلولی، متابولیک و مولکولی گردد که می تواند منجر به توقف رشد شود. در شرایط عادی، زیست‌توده بیشتری برای رشد بهینه محصول به اندام‌های هوایی اختصاص می‌یابد، و تنها بخش کوچکی از آن زیست توده به ریشه‌های آن‌ها اختصاص می‌یابد، با این حال تخصیص زیست توده به ریشه‌ها تحت تنش سرما افزایش می‌یابد. زیست توده بیشتری به ریشه ها اختصاص می یابد تا رشد و ظرفیت جذب منابع بیشتر در شرایط سرد را افزایش دهد و باعث کاهش سرعت توزیع مواد جذب شده در شاخه ها شود(Paredes & Quiles, 2015).

گزارش شده که اکسین در نقاط مریستم بویژه در اندام هوایی تولید و با حرکت قطبی به ریشه میرسد. انتقال قطبی اکسین در پارانشیم آوند چوبی یک بازدارنده مهم پاجوش ریشه است (Wan et al., 2006). حذف یک دسته تازه روییده از گیاه مادر، که معمولاً بیش از ۳۰ درصد از کل ماده خشک گیاه را تشکیل می دهد، برای افزایش تولیدپاجوش در نهالستان های موز ضروری است که این کار برای کاهش تولید اکسین در اندام هوایی موز انجام می شود (Eckstein & Robinson, 1999). سرما مانع از انتقال اکسین به ریشه می شود. پروتئین حامل ریزش اکسین در سلول (PIN2)، که در مسیر انتقال اکسین در قاعده سلول است و کار انتقال را انجام میدهد ، به‌طور چشمگیری در اثر سرما کاهش می‌یابد. جابجایی جانبی که توسط پروتئین PIN3، که برای واسطه‌گری در فاز اولیه پاسخ گرانش ریشه پیشنهاد شده‌است، با تنش سرما نیز مهار می شود (Shibasaki et al., 2009). بالاترین سطح اکسین در دوره رشد اندام هوایی مشاهده شد. در این دوره ظرفیت قطعات ریشه برای تشکیل پاجوش کم بود(ELIASSON, 1971). گزارش شده سالسیلیک اسید یکی از تنظیم‌کننده‌هایی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

است که مقدارآن در طول تنش سرما در سطح گیاه افزایش پیدا می‌کند (Eremina et al., 2016). و باعث افزایش رشد ریشه می‌شود (Larqué-Saavedra & Martin-Mex, 2007). همچنین طی تنش سرما هورمون ABA و اتیلن نیز زیاد میشود.

شکل ۴-۲- پاجوش‌دهی مربوط به تیمار برتر

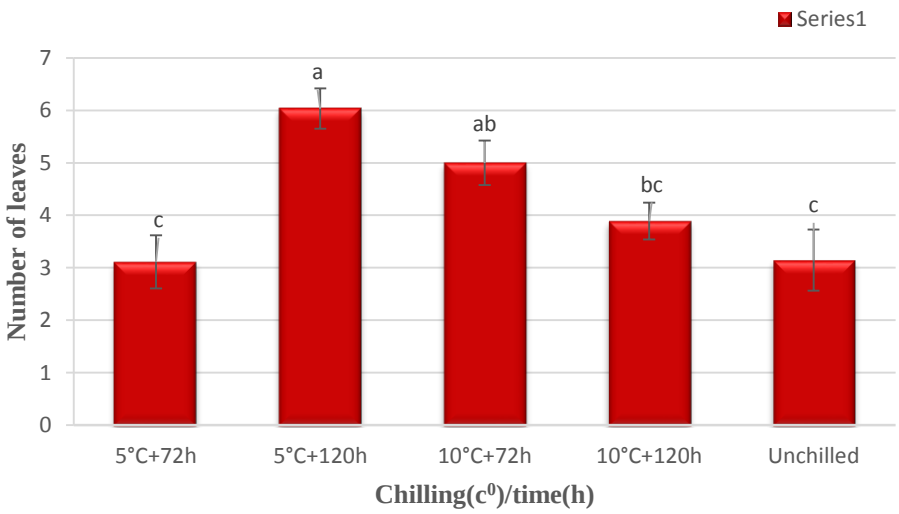
۴-۱-۲-شاخص رشد تعداد برگ

با توجه به جدول(۱-۴) تجزیه واریانس نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که اثر متقابل تنظیم‌کننده رشد و سرما بر شاخص رشد تعداد برگ گیاه مورد نظر معنی دار نبود. بنابراین به بررسی اثر ساده تیمارها بر میانگین صفت تعداد برگ می پردازیم:

الف-تیمار سرمایی

با توجه به جدول تجزیه واریانس (۴-۱) نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که اثر تیمار سرمایی بر شاخص رشد تعداد برگ گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 در سطح یک درصد معنی دار بود. بیشترین شاخص رشد تعداد برگ (۶،۰۳) مربوط به تیمار سرمایی ۵درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت بود (شکل ۴-۴ب) که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت نداشت و این دو تیمار با سایر تیمارهای سرمایی اختلاف معنی‌دار آماری در سطح یک درصد داشتند. (شکل۴-۳).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل۴-۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرمایی بر تعداد برگ

بحث:

طی تنش سرما هورمون ABA افزایش پیدا می‌کند (Xue-Xuan et al., 2010). ABA اثرات بازدارنده رشد ریشه در اثر اتیلن را مهار می‌کند. ABA با محدود کردن سنتز پیش ساز اتیلن ۱-آمینو سیکلوپروپان-۱-کربوکسیلیک اسید (ACC) یا تبدیل ACC به اتیلن یا هر دو عمل می کند (Sharp & LeNoble, 2002). اتیلن با اکسین آنتاگونسیت دارد. افزایش طول ریشه یک فرآیند مهم برای رشد و نمو گیاه است. ازدیاد طول ریشه اولیه مرتبط با اکسین است. اکسین H^+-ATPase را در گیاهان از طریق فسفوریلاسیون فعال می کند تا دیواره سلولی را اسیدی کند و فعالیت دیواره سلولی را افزایش دهد، که باعث افزایش طول ریشه در مرحله اولیه ازدیاد می‌شود. غلظت کم ممکن است باعث رشد و ازدیاد طول ریشه شود، اما غلظت های بالاتر می توند رشد را مهار کند. ABA با تأثیر بر انتقال اکسین سلول به سلول با اصلاح سطح رونوشت چندین جزء انتقال اکسین بر رشد ریشه تأثیر می گذارد و بنابراین توزیع اکسین را تعدیل می کند و از این طریق باعث افزایش رشد ریشه می‌شود (Cheng et al., 2016).

مطالعات نشان داده توسعه ریشه منجر به افزایش جذب مواد معدنی می گردد. همه ۱۷ ماده مغذی برای رشد گیاه به یک اندازه مهم هستند. تأثیر کمبودها بر رشد به ترتیب P > Ca > Mg > N ¼ K > S در میان درشت مغذی‌ها و B > Zn > Cu > Fe > Mn > Mo در ریز مغذی‌ها بود (Fageria & Moreira, 2011). از طرف دیگر با افزایش حجم ریشه نقاط ساخت تنظیم‌کننده رشد سیتوکینن افزایش پیدا می‌کنند و در نتیجه مقدار آن در اندام هوایی زیاد می‌شود و منجر به افزایش تقسیم سلولی در نقاط مریستم اندام هوایی و در نتیجه افزایش رشد اندام هوایی می‌شود (Taiz *et al*., 2015) با افزایش جذب نیتروژن ساخت سیتوکینن هم افزایش می‌یابد و در نتیجه رشد اندام هوایی زیاد می‌شود (De Groot et al., 2003).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

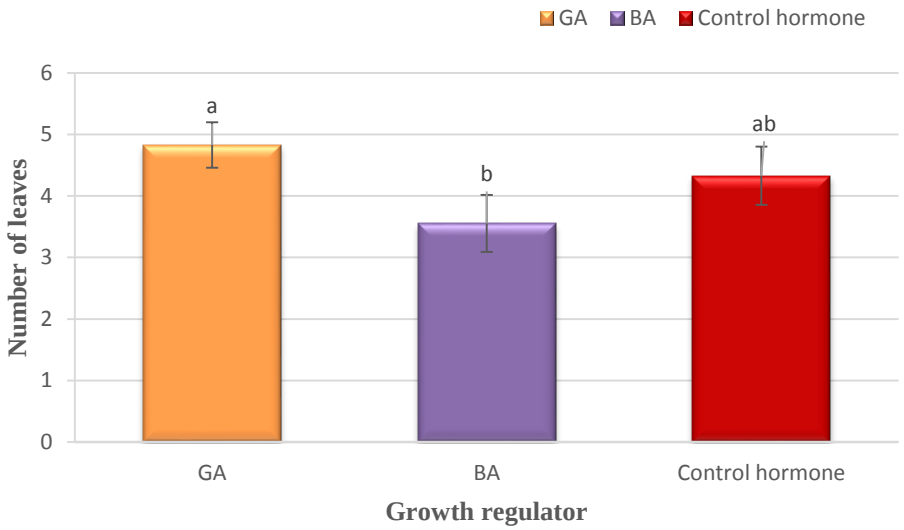
افزایش فسفر در نتیجه گسترش ریشه باعث افزایش فتوسنتز(در کمبود فسفر آنتن به دلیل فعال شدن یک فسفاتاز و یک گرادیان پروتون بزرگ، دفسفریله می شود و در نتیجه تحرک آنتن را کاهش می دهد) (افزایش رهگیری نوری فعال فتوسنتزی) و افزایش تثبت CO_2 با تاثیر بر آنزیم روبیسکو باعث افزایش زیست توده و افزایش رشد اندام هوایی می‌شود. جذب عنصر بور فعالیت IAA-اکسیداز کنترل می-کند(Malhotra et al., 2018) .

شکل۴-۴- (الف) کمترین تعداد برگ در گیاه بدون تیمارسرما (ب) بیشترین تعداد برگ در گیاه تحت سرمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد

ب-تیمار تنظیم‌کننده رشد

با توجه به جدول تجزیه واریانس (۴-۱) اثر تیمار تنظیم‌کننده رشد بر شاخص رشد تعداد برگ گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 در سطح یک درصد معنی دار بوده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین شاخص رشد تعداد برگ (۴,۸) مربوط به تیمار تنظیم‌کننده رشد (GA) بود(شکل ۴-۶) که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار کنترل (بدون تنظیم‌کننده رشد) نداشت و این دو تیمار با تیمار تنظیم‌کننده رشد (BA) اختلاف معنی‌دار آماری در سطح پنج درصد نشان دادند (شکل۴-۵).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

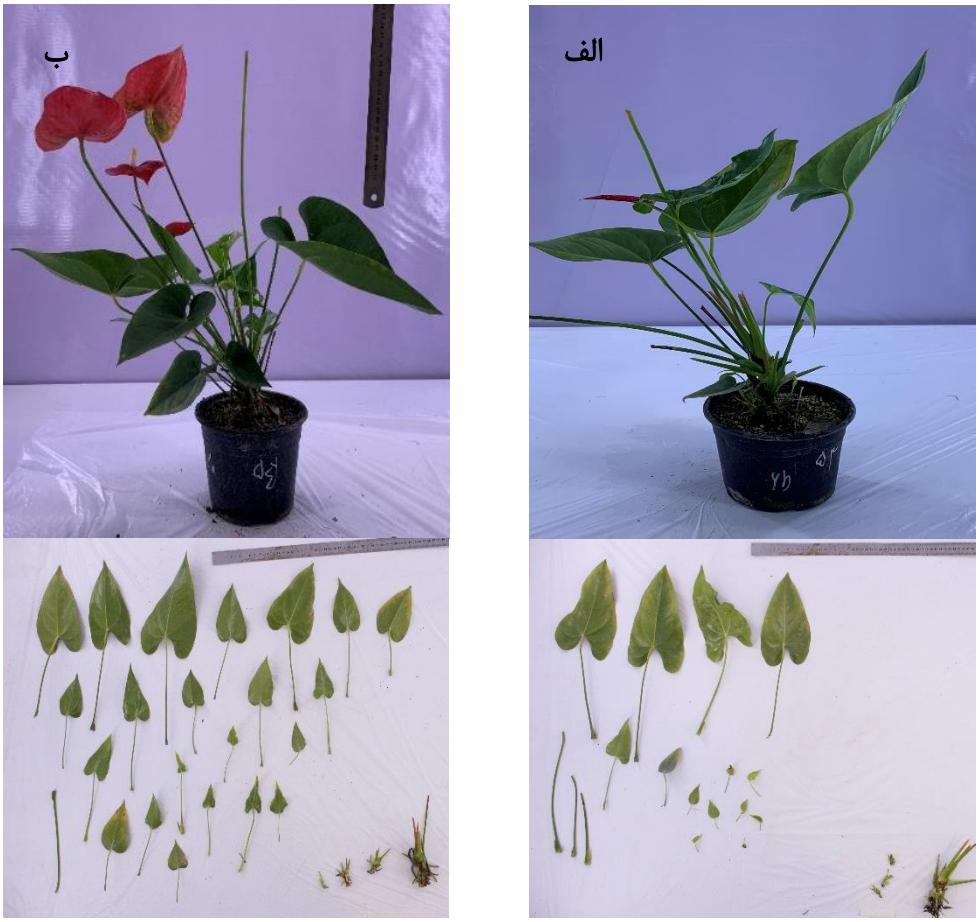


شکل۴-۵- اثر تنظیم‌کننده رشد مختلف بر تعداد برگ

بحث:

جیبرلین از طریق افزایش طویل شدن سلول و تقسیم سلولی باعث افزایش رشد اندام هوایی می‌شود. بیان برخی از ژن‌های کدکننده زایل‌گلوکان اندوترانس‌گلیکوزیلازها (XETs1) و اکسپانسین‌ها توسط GA در میانگره‌های تنظیم می‌شوند . تصور می‌شود که XET انعطاف‌پذیری دیواره سلولی را افزایش می‌دهد زیرا این آنزیم در سازماندهی مجدد زایل‌گلوکان از طریق شکافتن و بستن مجدد پلیمرهای زایل‌گلوکان در دیواره سلولی نقش دارد. اکسپانسین‌ها همچنین پروتئین های خارج سلولی هستند که احتمالاً با ایجاد اختلال در چسبندگی پلی ساکاریدها باعث شل شدن دیواره سلولی گیاه می شوند و از این طریق باعث طویل شدن سلول‌های گیاهی می‌شوند. همچنین افزایش تقسیم سلولی نیز با افزایش رونوشت ژن‌های کدکننده پروتئین کینازهای وابسته به سیکلین در مریستم افزایش می‌یابد(Sun, 2010). همچنین در مورد کاهش رشد تعداد برگ سیتوکینن رو به اینصورت میشه گفت که چون غلظت درونی سیتوکینن رو بالا بردیم مانع از گسترش ریشه شده و درنتیجه جذب مواد معدنی کاهش پیدا کرده و رشد کاهش پیدا کرده است.(Taiz *et al*., 2015)

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل۴-۶-(الف) گیاه تحت تیمار تنظیم کننده رشد (BA) که رشد برگ کمتری دارد. (ب)گیاه تحت تیمار تنظیم‌کننده رشد (GA) که رشد برگ زیادی دارد.

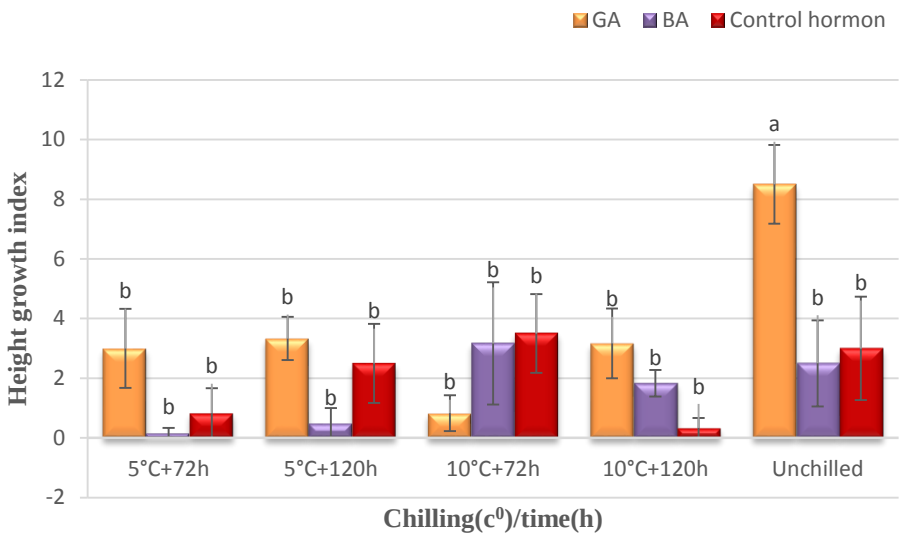
۴-۱-۳- تعدادگل

تجزیه واریانس(۴-۱) نشان می‌دهد که هیچکدام از تیمارهای تنظیم‌کننده رشد، سرما و همچنین برهمکنش بین تیمار تنظیم‌کننده رشد و سرما اثر معنی دار آماری بر شاخص تعداد گل گیاه آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 نداشته است.

۴-۱-۴- ارتفاع

تجزیه واریانس(جدول ۱-۴) نشان می‌دهد که اثر متقابل تیمار تنظیم‌کننده رشد و سرما بر ارتفاع گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 در سطح یک درصد معنی دار است. مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بیشترین میزان رشد ارتفاع (۸,۵) مربوط به تیمار بدون سرما با محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد (GA) بود(شکل ۴-۸)که اختلاف معنی‌دار آماری با بقیه تیمارها داشت (شکل۴-۷).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل۴-۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده رشد و سرما بر میزان رشد ارتفاع

شکل۴-۸- (الف)کمترین رشد ارتفاع مربوط به برهمکنش سرما با تنظیم‌کننده رشد(BA)(ب) بیشترین رشد در ارتفاع مربوط به تیمار تنظیم‌کننده رشد(GA)

۴-۱-۵- میزان رشد قطر ساقه

تجزیه واریانس(جدول ۴-۱) نتایج نشان داد که هیچ‌کدام از تیمارهای تنظیم‌کننده رشد، سرما و همچنین برهمکنش بین تیمار تنظیم‌کننده رشد و سرما اثر معنی دار آماری بر میزان رشد قطر ساقه گیاه آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 نداشت.

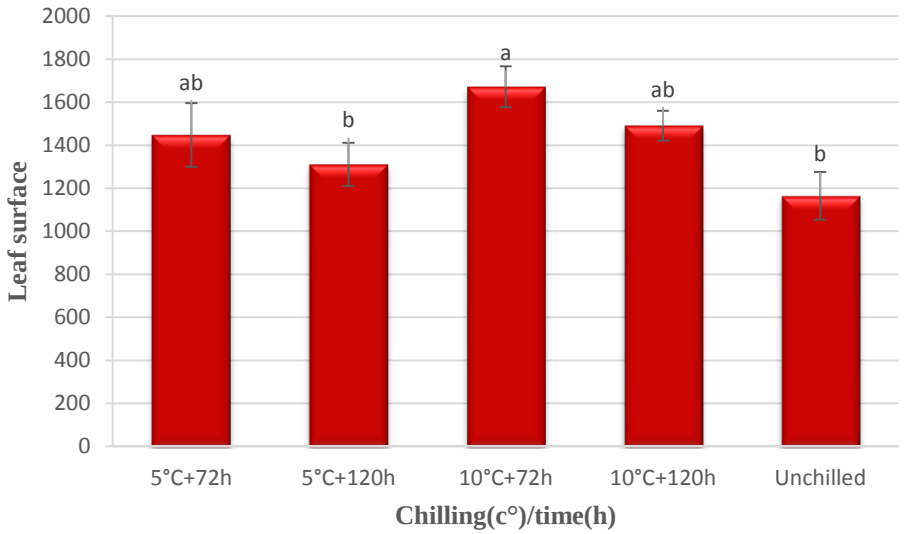
۴-۱-۶- سطح برگ

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

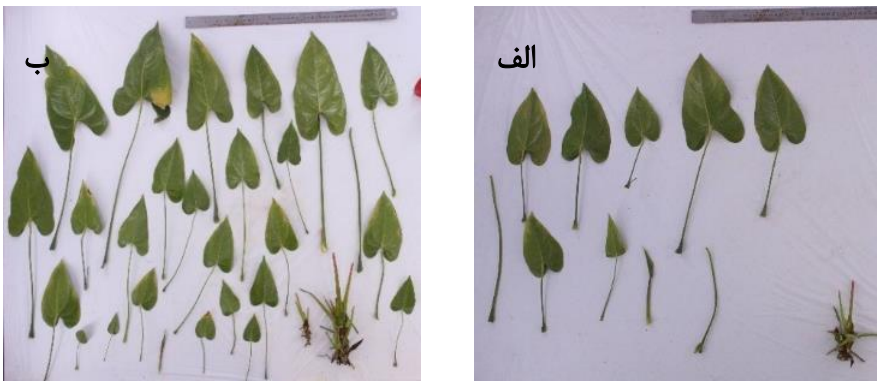
تجزیه واریانس نتایج (جدول ۴ -۱) نشان داد که اثر متقابل تنظیم‌کننده رشد و سرما بر سطح برگ گیاه مورد نظر معنی دار نیست.

تیمار سرمایی

اثر تیمار سرمایی بر سطح برگ گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد x109 در سطح پنج درصد معنی دار بود (جدول ۴ -۱). مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد بیشترین سطح برگ مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی-گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت بود (شکل ۴-۱۰) که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی-گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت و تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت نداشت و با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری داشت (شکل۴-۹).



شکل۴-۹-مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر سطح برگ



شکل۴-۱۰- (الف)کمترین ساحت سطح برگ مربوط به تیمار بدون سرما (ب) بیشترین مساحت برگ مربوط به تیمار سرمایی ۱۰ درجه با مدت ۷۲ ساعت

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۴-۲- زیست توده اندام هوایی گیاه

دراین بخش به خصوصیات مربوط به زیست توده اندام هوایی گیاه شامل صفات وزن تر برگ، وزن خشک برگ، وزن تر گل، وزن تر ساقه و وزن خشک ساقه خواهیم پرداخت. تجزیه واریانس داده ها (جدول ۴ -۲) نشان می‌دهد که اثر متقابل تنظیم‌کننده رشد و سرما بر این صفات در سطح یک درصد و روی وزن تر گل در سطح پنج درصد معنی دار است. همچنین اثر متقابل تنظیم‌کننده رشد و سرما بر این صفت روی وزن تر گل معنی دار است. در مجموع اثر تیمارها و برهمکنش آن‌ها روی وزن خشک گل معنی‌دار نیست.

۴-۲- جدول تجزیه واریانس مربوط به صفات مربوط به زیست توده اندام هوایی گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو ردXLO9

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن ترگل	وزن خشک گل	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه
تنظیم‌کننده رشد	۲	۲۱۵/۵ ns	۳/۳ ns	۵۲۶/۳ **	۱۵۶/ ۱ **	۶۳۵/۴ **	۱۰/۹ *
سرما	۴	۱۰۰/۹ ns	۲/۱ ns	۱۹۳۷/۷ **	۱۶۸/۲ **	۸۴۶/۹ **	۲۰/۹ **
تنظیم‌کننده رشد * سرما	۸	۱۸۹/۸ *	۳/۵ ns	۸۴۰/۳ **	۷۵/۹ **	۴۹۴/۴ **	۱۳/۷ **
خطا	۲۸	۷۱/۱۷	۱/۶	۸۷/۷	۱۵/۳	۷۶/۳	۳/۰۸
ضریب تغییرات	-	۱۸/۸۲	۲۱/۷	۱۱/۲	۲۱/۱۱	۱۶/۹	۲۰/۶

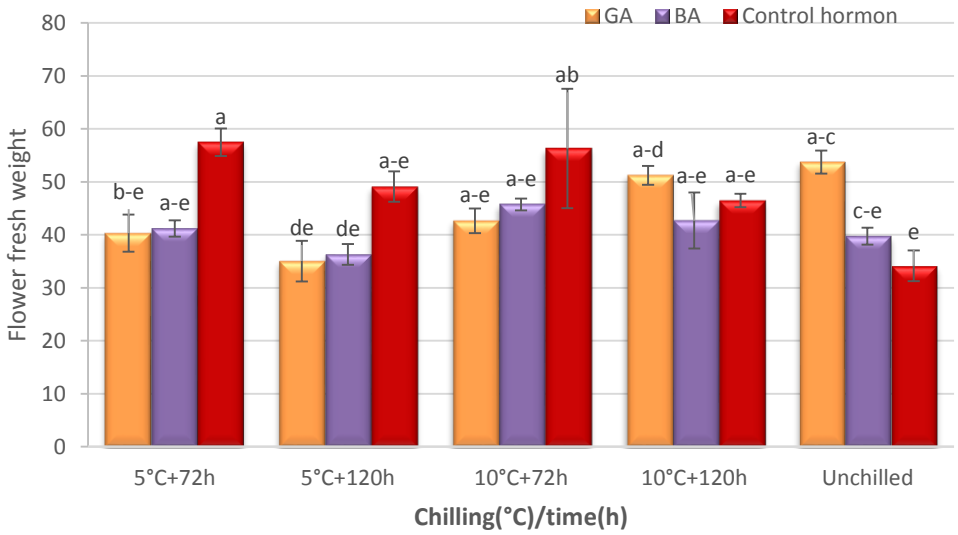
** وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد، * وجود اختلاف معنی داردر سطح پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

۴-۲-۱-وزن ترگل

تجزیه واریانس داده ها (جدول ۴-۲) نشان داد که اثر متقابل تنظیم‌کننده رشد و سرما بر وزن تر اندام زایشی گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو ردxl09 در سطح پنج درصد معنی دار است. مقایسه میانگین ها نشان داد بیشترین وزن ترگل(۵۷,۴۶) مربوط به تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت بدون محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد بود که اختلاف معنی دار آماری با تیمارهای سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان۱۲۰ ساعت، ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت و ۱۰ درجه با مدت زمان ۱۲۰ ساعت بدون محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد نداشت و اختلاف معنی‌دار آماری با تیمارهای محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد GA بدون دوره سرما و تیمارهایی که محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشدGA با سرما (۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت و ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت) و با تیمارهایی که محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشدBA با سرما (۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت و ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت) نداشت و کمترین مقدار وزن تر(۳۴,۱۶) اندام زایشی مربوط به تیمار بدون دوره سرمادهی و محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد بود (شکل۴-۱۱). این نتایج نشان می‌دهد برای تولید بیشتر اندام زایشی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

بدون آسیب به گیاه می‌توان دما گلخانه را تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد پایین آورد و یا اگر امکان پایین آوردن دما تا ۱۰ درجه وجود نداشت از محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد(GA) استفاده نمود که می تواند جایگزین تنش ملایم سرما شود.



شکل۴-۱۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده رشد و سرما بر وزن تر اندام زایشی

بحث:

گلدهی در بسیاری از گونه ها دقیقاً توسط نشانه های فصلی طول روز (دوره نوری) و دمای زمستان (بهاری) کنترل می شود. سرمای زمستان در *A. thaliana* با سرکوب رونویسی ژن جعبه MADS FLOWERING LOCUS C (FLC) باعث گلدهی می شود. تحت این شرایط رونویسی FLC به تدریج سرکوب می شود. پس از بازگشت به دمای گرم، رونوشت FLC در سطوح پایین باقی می ماند و گیاه به گلدهی ادامه می دهد (Romera-Branchat *et al*., 2014). ژن های SOC1 باعث القای گلدهی می‌شود. ژن FLC بالا دست ژن SOC1 و آن را کنترل می کند. در طی سرما ابتدا ژن های القای مقاومت یعنی ژن های COR15 , CBFs افزایش می‌یابند و این ژن ها باعث افزایش ژن FLC می‌شود که خود تنظیمی منفی روی ژن SOC1 دارد و گلدهی را به تاخیر می‌اندازد. اما پس از تنش سرما افزایش SOC1، GI، FVE و FPA مسیر پاسخ سرمایی وابسته به CBF را سرکوب می کند و ژن FLC در سطح خیلی پایین باقی می ماند و گلدهی افزایش می‌یابد (Seo *et al*., 2009).

در این پژوهش محلول‌پاشی با جیبرلین باعث افزایش تخصیص زیست توده به اندام‌زایشی در تیمار کنترل بدون سرما شد که میتواند مورد استفاده تولید کننده قرار گیرد. دلیل این امر می تواند آن باشد که جیبرلین با تاثیر بر SOC1 باعث افزایش گلدهی می‌شود. سیگنالینگ GA به شدت در تنظیم دینامیکی بیان چندین ادغام کننده مسیر گل، مانند FT، SOC1، و LFY شرکت می کند. هنگام کاربرد اگزوژن تنظیم‌کننده رشد

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

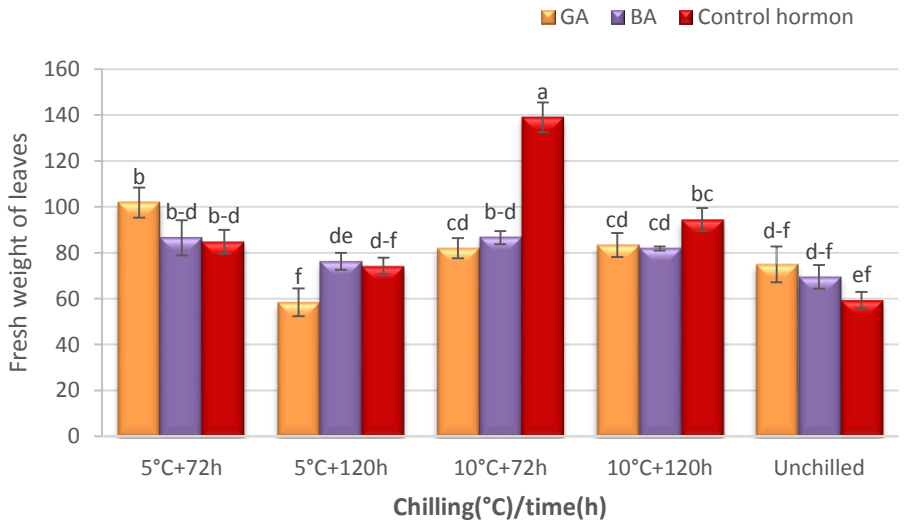
(GA)افزایش سیگنال GA باعث تخریب DELLA ها می شود، فعال کننده های رونویسی که پروتیین DELLA مانع از فعالیت این ژن‌ها می‌شد را فعال می‌نماید. DELLA با MYC3 یا FLOWERING LOCUS C (FLC) تعامل دارد و این کمپلکس‌های سرکوب‌کننده بیان برخی از ژن های زمان گلدهی، مانند FLOWERING LOCUS T (FT) را مسدود می‌کنند تا زمانی که افزایش سیگنال GA باعث تخریب DELLAها و کمپلکس‌های سرکوب‌گر مرتبط با آن‌ها شود (Moon et al., 2003). همچنین گزارش شده که در طول تنش سرما، سالسیلیک اسید یکی از تنظیم‌کننده‌هایی که مقدارش در سطح گیاه افزایش پیدا می‌کند و باعث افزایش گلدهی می‌شود (Larqué-Saavedra & Martin-Mex, 2007).

۴-۲-۲- وزن خشک گل

بر اساس تجزیه واریانس داده ها مشخص شد که هیچکدام از تیمارهای تنظیم‌کننده رشد و تیمار سرمایی و همچنین برهمکنش بین تیمار تنظیم‌کننده رشد و سرما اثر معنی دار آماری بر روی صفت وزن خشک گل گیاه آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 نداشته است(جدول ۴-۲).

۴-۲-۳- وزن تر برگ

تجزیه واریانس داده ها (جدول ۴ -۲) نشان داد که اثر متقابل تیمار تنظیم‌کننده رشد و سرما بر وزن تر برگ گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 در سطح یک درصد معنی دار است. بیشترین وزن تر برگ (۱۳۸,۹) مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت بدون محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد بود که اختلاف معنی‌دار آماری با بقیه تیمارها داشت (شکل۴-۱۲).



دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

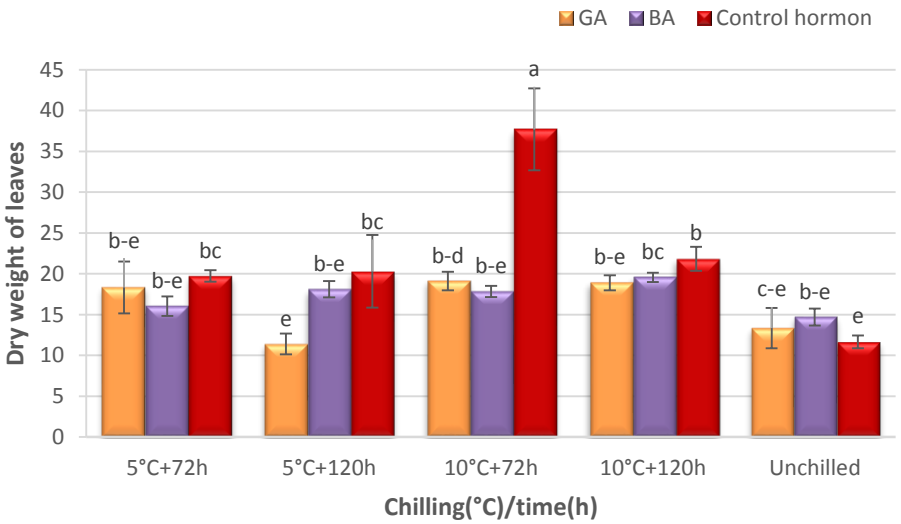
شکل۴-۱۲- مقایسه میانگین اثرمتقابل تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده رشد و سرما بر وزن تر برگ

بحث:

در طول تنش سرما یکی از تنظیم‌کننده‌هایی که مقدارش در سطح گیاه افزایش پیدا می‌کند سالسیلیک اسید (SA) است و پس از تنش نیز این مقدار بالا می ماند (Eremina et al., 2016). استفاده از سالیسیلیک‌اسید در گیاهان باعث افزایش رشد شاخه های گیاهی کلیتوریا شد. استفاده از سالیسیلیک‌اسید در گیاهان زینتی ساقه، تعداد برگ، توده تر و خشک اندام هوایی در پاسخ به تیمار افزایش پیدا کرد Larqué-Saavedra and (Martin-Mex 2007). اثرات مثبت SA بر متابولیسم اولیه گیاه باعث افزایش کل قندها، پروتئین ها و اسیدهای آمینه می‌شود. که گیاه در نتیجه این افزایش از این مواد در گسترش سلولی خود و افزایش زیست توده اندام خود استفاده کند (Gorni et al., 2020).

۴-۲-۴- وزن خشک برگ

بر اساس تجزیه واریانس داده ها (جدول ۴-۲) مشاهده شد که اثر متقابل تیمار تنظیم‌کننده‌های رشد و سرما بر وزن خشک برگ گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 در سطح یک درصد معنی دار است. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ (۳۵,۷ گرم) مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی-گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت بدون محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد بود که اختلاف معنی‌دار آماری با بقیه تیمارها داشت (شکل۴-۱۳).

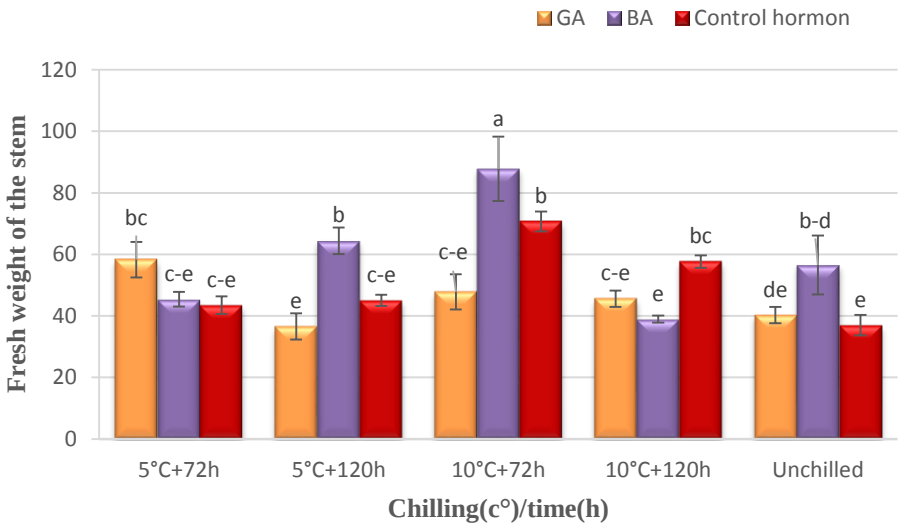


شکل۴-۱۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده رشد و سرما بر وزن خشک برگ

۴-۲-۵- وزن تر ساقه

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

با توجه به تجزیه واریانس داده ها (جدول ۴-۲) مشاهده می شود که اثر متقابل تیمار تنظیم‌کننده رشد و سرما بر وزن تر ساقه گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 در سطح یک درصد معنی دار است. مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بیشترین وزن ترساقه (۸۷,۸) مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت با محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد(BA) بود (شکل ۴-۱۵) که اختلاف معنی‌دار آماری با بقیه تیمارها داشت (شکل۴-۱۴).



شکل۴-۱۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده رشد و سرما بر وزن تر ساقه

بحث:

پس از تنش سرمایی کوتاه و بازگشت به دمای رشد؛ تغییراتی در آنزیم‌های گیاهی رخ می دهد. فراوانی آدنیلات ایزوپنتنیل ترانسفراز(adenylate isopentenyltransferase)، که مرحله اولیه بیوسنتز سیتوکینین ها را کاتالیز می کند، پس از رهایی از تنش افزایش می یابد (Badowiec & Weidner, 2014).

ژن‌های CRF تشکیل ریشه‌های جانبی را تحریک می‌کنند. CRF2 توسط سرما از طریق زیر مجموعه‌ای از مسیر سیگنالینگ دو جزئی سیتوکینین (TCS) القا می شود. ARR1 به طور مثبت بیان CRF2 را در پاسخ به سرما تنظیم می‌کند، در حالی که CRF3 توسط سرما از طریق مسیرهای مستقل از TCS تنظیم می شود. این تحریک رشد ریشه باعث افزایش جذب مواد غذایی و درنتیجه افزایش رشد اندم هوایی و رشد ساقه می‌شود (Jeon *et al*., 2016).

نور و سیتوکینین بسیاری از فرآیندها را با هم تنظیم می کنند. نقاط مشترک بین نور و سیگنال دهی سیتوکینین ژن های فاکتور نویسی HY5 است. این ژن ها پایین دست گیرنده نور آبی CRY1 هستند و سیتوکین باعث افزایش پایداری این ژن می‌شود. نور آبی از طویل شدن ساقه در کسری از ثانیه جلوگیری

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

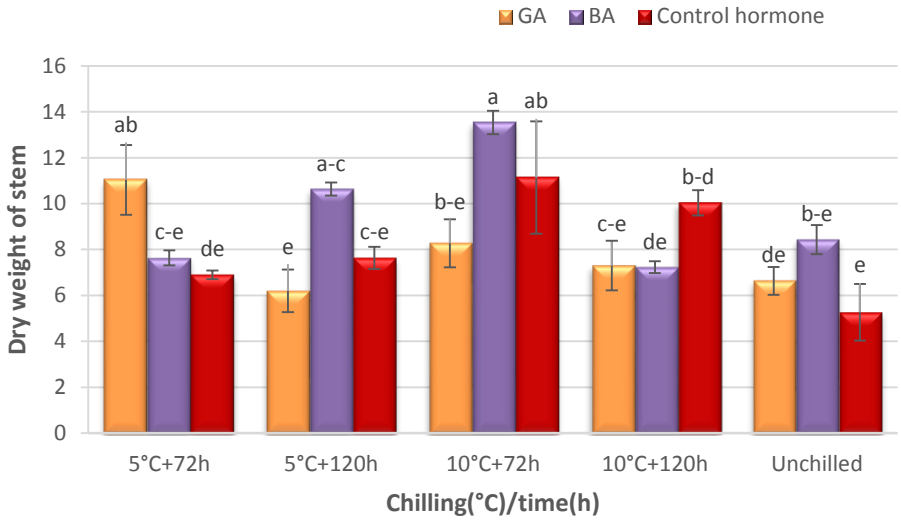
می‌کند. نقطه مشترک دیگر سیتوکینین و نور برهمکنش بین ARR4 و phyB است که ARR4 شکل فعال phyB را تثبیت می کند (Howell *et al*., 2003). همانطور که می دانید فیتوکروم هم از طویل شدن ساقه جلوگیری می‌کند اما نه به سرعت نور آبی که از طویل شدن ساقه جلوگیری می‌کند(Taiz *et al*., 2015).

شکل۴-۱۵- (الف) کمترین تنه‌جوش و وزن ساقه مربوط به محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد(GA) (ب) افزایش تنه‌جوش و وزن گیریزیاد ساقه در محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد (BA)

۴-۲-۶- وزن خشک ساقه

تجزیه واریانس (جدول ۴-۲) نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمار تنظیم‌کننده رشد و سرما بر وزن خشک ساقه گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 در سطح یک درصد معنی دار است. مقایسه میانگین داده ها نشان داد بیشترین وزن خشک ساقه (۱۳,۵ گرم) مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت به همراه محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد (BA) بود که اختلاف آماری معنی‌دار با بقیه تیمارها داشت (شکل۴-۱۶).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل۴-۱۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده رشد و سرما بر وزن خشک ساقه

۴-۳- خصوصیات ریشه

جدول ۴-۳ تجزیه واریانس داده‌های مربوط به خصوصیات ریشه گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 شمامل وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه و حجم ریشه می‌باشد. مشاهده می شود که اثر متقابل تنظیم‌کننده رشد و سرما بر صفت وزن تر ریشه در سطح یک درصد معنی دار است؛ اثر تیمار سرمایی بر وزن خشک در سطح یک درصد معنی‌دار است. اثر تیمار سرمایی و اثر تنظیم‌کننده رشد بر حجم ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار است.

۴-۳- جدول تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات ریشه گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9

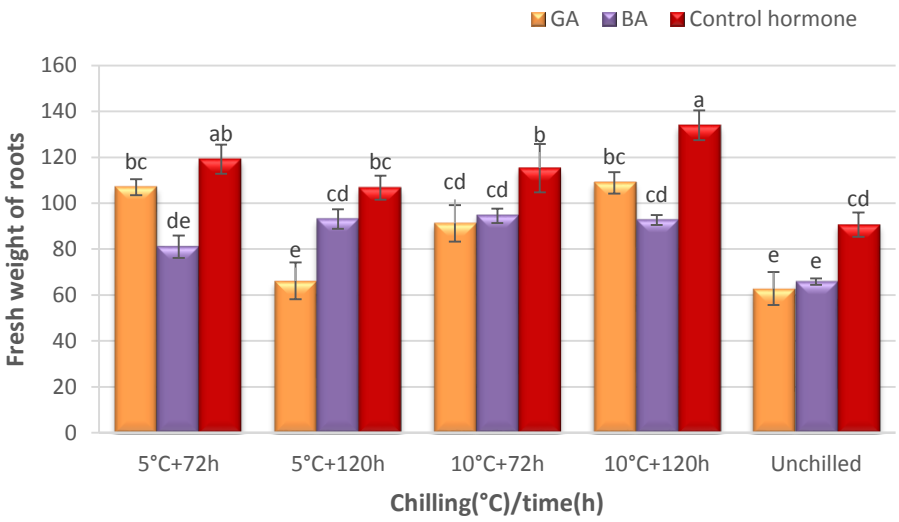
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	حجم ریشه
تنظیم‌کننده رشد	۲	۳۶۱۰/۳**	۳/۹ ns	۲۳۹۲/۴**
سرما	۴	۱۹۸۸/۳ **	۱۸/۶ **	۱۱۷۲/۸**
تنظیم‌کننده رشد * سرما	۸	۳۲۷/۷ *	۴/۰۱ ns	۲۴۲/۹ ns
خطا	۲۸	۱۱۰/۸	۳/۴	۱۴۵/۰۵
ضریب تغییرات	-	۱۱/۰۴	۲۳/۴	۱۷/۰۷

** وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد، * وجود اختلاف معنی داردر سطح پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۴-۳-۱- وزن تر ریشه

مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بیشترین وزن تر ریشه (۱۳۳,۹ گرم) مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت و بدون محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد بود که اختلاف آماری معنی‌دار با تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت بدون محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد نداشت و این دو تیمار با سایر تیمارها اختلاف آماری معنی‌دار داشتند. همچنین کمترین مقدار وزن تر ریشه (۶۲,۸ گرم) مربوط به محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد(GA) بدون تیمار سرمایی می باشد. بر این اساس می توان گفت چنانچه تولید کننده بخواهد حجم ریشه گیاهان را افزایش دهد، کم هزینه ترین راه استفاده از تنش سرمایی در فصل خنک بجای استفاده از هورمون می تواند باشد (شکل۴-۱۷).



شکل۴-۱۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده رشد و سرما بر وزن تر ریشه

بحث:

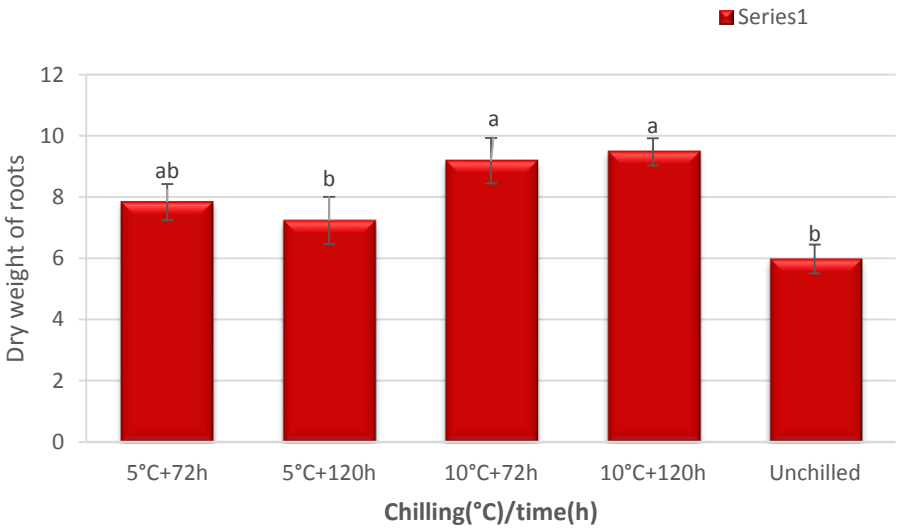
اسید آبسیزیک (ABA) یک فیتوهورمون است که واکنش‌های گیاه به تنش‌های غیرزیستی از جمله خشکی، شوری و دمای پایین را واسطه می‌کند. در طی تنش سرما اسید آبسزیک مقدارش در گیاه افزایش پیدا می‌کند(Thompson et al., 2007). فیتوهورمون اسید آبسیزیک (ABA) نقش مهمی در تنظیم رشد ریشه دارد. افزایش سطح ABA درون زا در گیاهانی که شرایط استرس زا را تجربه می کنند باعث افزایش طول ریشه می شود. اتیلن با تأثیرش بر هورمون اکسین، رشد ریشه را محدود می‌کند و اکسین به عنوان بازدارنده اولیه رشد ریشه عمل می‌کند. سطوح بالای ABA سنتز اتیلن را سرکوب می‌کند، که به نوبه خود انتقال اکسین و بیوسنتز را در نوک ریشه کاهش می‌دهد، این بازدارنده اولیه رشد ریشه را حذف می‌کند و در نتیجه رشد ریشه را تقویت می‌کند(McAdam et al., 2016).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

شکل۴-۱۸- (الف) توده ریشه مربوط به تیمار سرمایی بدون تنظیم‌کننده رشد و (ب)توده ریشه مربوط به تیمار محلول‌پاشی تنظیم-کننده رشد(GA) بدون تیمار سرمایی

۴-۳-۲- وزن خشک ریشه

مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه (۹,۴ گرم) مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت بود که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت و تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت نداشت. این سه تیمار با سایر تیمارهای سرمایی اختلاف آماری معنی‌دار داشتند. کمترین وزن خشک ریشه (۵,۹ گرم) مربوط به تیمار کنترل بدون تیمار سرمایی می‌باشد؛ که نشان می‌دهد سرما در گسترش ریشه نقش داشته است و باعث گسترش ریشه شده است (شکل۴-۱۹).



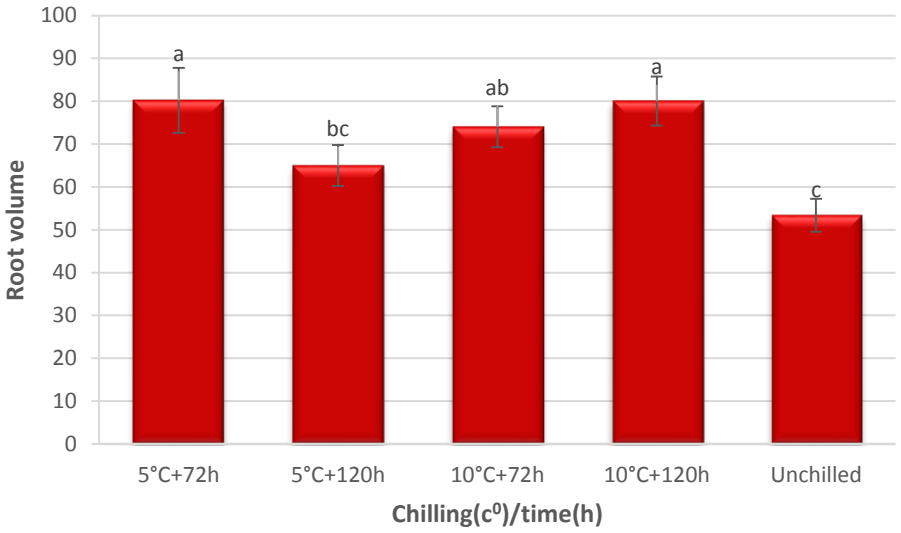
شکل۴-۱۹- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر وزن خشک ریشه

۴-۳-۳- حجم ریشه

الف_تیمار سرمایی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین حجم ریشه (۸۰,۲ گرم) مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت و تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت ندارد و این سه تیمار با بقیه تیمارهای سرمایی اختلاف معنی‌دار آماری دارند (شکل۴-۲۰).



شکل۴-۲۰- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر حجم ریشه

بحث:

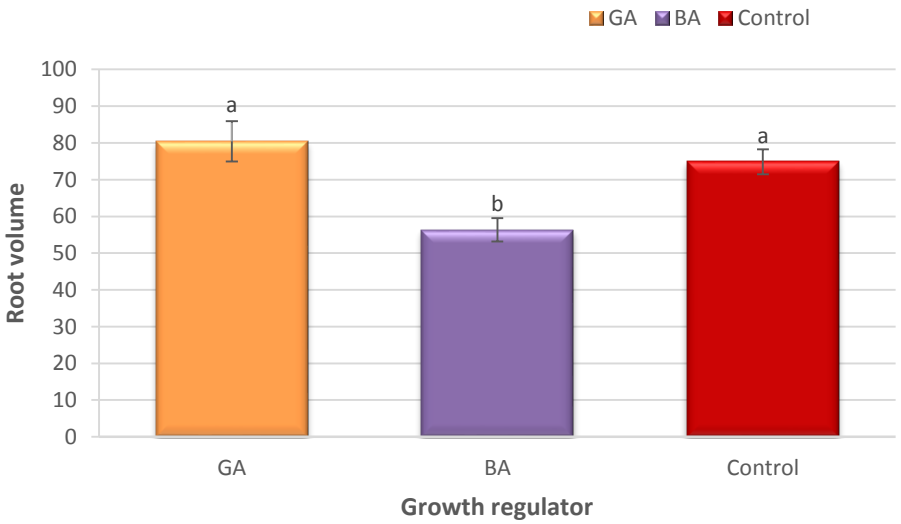
تنش کوتاه به طور قابل توجهی بر مقدار پروتئین‌هایی که مستقیماً در انتقال سیگنال سلولی در ریشه‌های نقش دارند، تأثیر نمی‌گذارد، اما بازیابی بعدی بر تجمع برخی از آنزیم‌های دخیل در تشکیل هورمون گیاهی تأثیر می‌گذارد. تنش کوتاه مدت باعث کاهش فراوانی ال-آدنوزیل متیونین سنتاز(l-adenosylmethionine synthase) می شود که تشکیل یک پیش‌ساز برای اتیلن و پلی آمین‌ها را کاتالیز می‌کند. فراوانی آدنیلات ایزوپنتنیل ترانسفراز، که مرحله اولیه بیوسنتز سیتوکینین ها را کاتالیز می کند، پس از آزادسازی استرس افزایش می یابد. نحوه عملکرد سیتوکینین در ریشه ها شامل مهار ازدیاد طول سلول و کاهش اندازه مریستم آپیکال می شود و این به نوبه خود باعث گسترش ریشه و حجم ریشه می‌شود (Badowiec & Weidner, 2014).

همچنین طی تنش سرما جذب عناصر مثل نیتروژن مختل می‌شود. که این امر باعث افزایش نسبت R:S و کمبود N می‌شود. کاهش سیتوکینین ، در طول کمبود N موجب یک مهار کلی رشد ریشه توسط این هورمون می شود و افزایش اکسین باعث تحریک تقسیم سلولی و توسعه ریشه می شود. غلظت بالای نیترات در بافت یک اثر بازدارنده سیستمیک بر توسعه ریشه داردکه احتمالاً تا حدی توسط ABA انجام می شود (Hermans et al., 2006).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

ب-تیمار تنظیم‌کننده رشد

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین حجم ریشه (۸۰,۴ گرم) مربوط به تیمار محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد(GA) بودکه اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار بدون محلولپاشی تنظیم‌کننده رشد نداشت. این دو تیمار با تیمار محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد (BA)اختلاف معنی‌دار آماری داشتند (شکل۴-۲۱).



شکل۴-۲۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده رشد بر حجم ریشه

بحث:

جیبرلین ها اسیدهای دی ترپنوئیدی چهار حلقه ای هستند که در افزایش رشد ریشه و فراوانی ریشه مویین نقش دارند (Bottini et al., 2004). آنها با هدف قرار دادن تخریب پروتئین های سرکوب کننده DELLA باعث رشد می شوند. گسترش سلول های ریشه در یک منطقه مجزا به نام منطقه طویل شدن رخ می دهد که شامل سلول های در حال گسترش از بافت های اپیدرمی، قشر مغز، اندودرم و استل(stele) است. GAs می تواند رشد ریشه را با هدف قرار دادن همزمان تخریب DELLA در هر یک از این بافت های ناحیه طویل شدن افزایش دهد که اندودرم مهم‌ترین بافت برای رشد ریشه وابسته به GA است (Ubeda-Tomás et al., 2008).(۱۹)

سطوح پایین اسید جاسمونیک (JA) در ریشه ها باعث رشد ریشه می شود. تخریب DELLA ها توسط GA باعث آزادسازی JAZ ها و سرکوب تشکیل کمپلکس JAZ-MYC2 می شود، بنابراین بیان ژن‌های گیرنده JA را سرکوب می کند. کاهش JA، JAZ های تثبیت شده با MYC2 تعامل دارند، بنابراین فعالیت MYC2 به عنوان یک فعال کننده رونویسی را مهار می کند. افزایش JA باعث بی ثباتی JAZ ها برای آزادسازی MYC2

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

می شود که به نوبه خود بیان ژن های پاسخگو به JA را فعال می کند و دیواره سلولی را برای مهار رشد ریشه بازسازی می کند (Wang et al., 2023). اتیلن بیشتر به عنوان یک هورمون بازدارنده رشد شناخته می شود. در ریشه، اثر بازدارنده رشد اتیلن در درجه اول ناشی از کاهش طول سلول است. بیان زیاد سنتز اتیلن با القای بیوسنتز اکسین مرتبط است. بخش DELLA پروتئین‌های GAI و RGA واسطه کاهش رشد ریشه ناشی از اتیلن هستند. اتیلن تجزیه پروتئین های GFP-RGA را کند می کند. از آنجایی که تخریب پروتئین DELLA برای ازدیاد طول ریشه ضروری است ؛ اتیلن با کند کردن تخریب DELLA باعث کاهش رشد ریشه می‌شود . بنابراین می توان نتیجه گرفت که با محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد(GA) غلظت GA درونی گیاه نسبت به هورمون اتیلن و جاسمونیک اسید بالارفته و باعث تحریک بیشتر رشد ریشه شده است (Dugardeyn et al., 2008).

۴-۴- خصوصیات رنگیزه‌ها

خصوصیات مربوط به رنگیزه‌های گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 که جدول (۴-۴) نشان داده شده بیانگر آن است که اثر متقابل تنظیم‌کننده رشد و سرما بر صفات کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، نسبت کلروفیلa به b و کاروتنوئید در سطح پنج درصد معنی دار است؛ همچنین اثر تیمار سرمایی بر کلروفیل a برگ در سطح پنج درصد معنی‌دار است. اثر تیمار سرمایی، اثر تنظیم‌کننده رشد و اثر متقابل این دو تیمار بر کلروفیل b برگ و کاروتنوئید صفات معنی‌دار نیست.

۴-۴- جدول تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات رنگدانه‌ها گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کلروفیلa	کلروفیل b	کلروفیل کل	نسبت کلروفیلa به b	کاروتنوئید
تنظیم‌کننده رشد	۲	۰/۰۳ ns	۰/۰۰۰۶ns	۰/۰۱ns	۰/۳ns	۰/۲۲ns
سرما	۴	۰/۰۵ **	۰/۰۰۳ns	۰/۰۵ **	۰/۷ns	۰/۴۸ns
تنظیم‌کننده رشد * سرما	۸	۰/۰۱ ns	۰/۰۰۰۹ns	۰/۰۳ *	۰/۶ns	۰/۲۸ns
خطا	۲۸	۰/۰۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۱۴	۰/۵۵	۰/۳۵
ضریب تغییرات	-	۴۰/۷	۴۰/۸۸	۳۰/۶	۲۱/۲	۱۱۸/۹

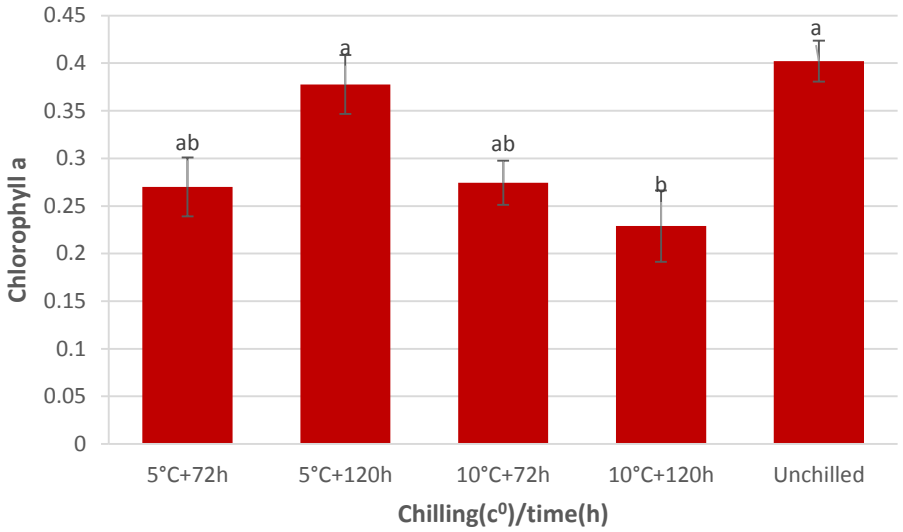
** وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد، * وجود اختلاف معنی داردر سطح پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

۴-۴-۱- کلروفیل a

نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان می‌دهد که بیشترین مقدار کلروفیل a مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت بود که اختلاف آماری معنی‌دار با تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

مدت زمان ۷۲ ساعت و تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت نداشت و این سه تیمار با بقیه تیمارهای سرمایی اختلاف آماری معنی‌دار داشتند (شکل۴-۲۲).



شکل۴-۲۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر کلروفیل a برگ

بحث:

در میان اندامکهای سلولی، کلروپلاست معمولاً تنها اندامکی است که در طول تنش سرما با سرعت بیشتر و بصورت عمیق‌تر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. هنگامی که گیاهان در معرض تنش دمای پایین قرار می گیرند، بیوسنتز کلروفیل تحت تأثیر قرار می گیرد. تاثیر تنش سرما به شدت غلظت رنگدانه‌های کمکی (Chlb و کاروتنوئیدها) را در مقایسه با Chla افزایش می‌دهد تا جذب فوتون را افزایش دهد و از آسیب به سیستم فتوسنتزی با چرخه زانتوفیلی که خاصیت آنتی اکسیدانی دارد جلوگیری کند (Adam & Murthy, 2014). بیشترین مقدار کلروفیل در سلول های مزوفیلی وجود دارد. کلروفیل در غشا تیلاکوییدی اندامک کلروپلاست است. کلروفیل ها گیرنده نوری هستند که مسئول برداشت انرژی خورشیدی در سیستم های آنتن فتوسنتزی و انتقال الکترون به مراکز واکنش هستند. کلروفیل a در فتوشیمی ضروری است، در حالی که کلروفیل b ظاهراً برای فتوسنتز گیاهان ضروری است. درعوض، کلروفیل b برای تثبیت پروتئین‌های اصلی اتصال‌دهنده کلروفیل جذب‌کننده نور ضروری است. بیوسنتز کلروفیل را می توان به سه فاز مجزا طبقه بندی کرد. فاز اول شامل سنتز کلروفیل a از گلوتامات است. سنتز کلروفیل بوسیله آنزیم‌های کاتالیز می‌شود که در دمای پایین فعالیت آنها مختل یا کند می‌شود. فاز دوم تبدیل متقابل کلروفیل a و کلروفیل b است و به عنوان چرخه کلروفیل شناخته می شود. سطح کلروفیل b توسط فعالیت سه آنزیم شرکت کننده در چرخه کلروفیل، یعنی کلروفیلید a اکسیژناز(CAO)، کلروفیل b ردوکتاز و ۷-هیدروکسی متیل کلروفیل ردوکتاز تعیین می شود. مرحله سوم و نهایی متابولیسم کلروفیل تخریب کلروفیل a است که توسط کلروفیلاز انجام می‌شود(Tanaka & Tanaka,

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

2006; Tanaka & Tanaka, 2011). پاسخ متداول به تنش در دمای پایین یا بالا، افزایش آنزیم های تجزیه کلروفیلاز و منیزیم دکلاتاز است (Kumar et al., 2006). در طی تنش سرما اتیلن افزایش و سیتوکینن کاهش می‌یابد. سیتوکینن از تخریب کلروفیل a جلوگیری می‌کند و اتیلن تخریب کلروفیل a را افزایش می‌دهد. همچنین اتیلن باعث افزایش سنتز ازنوی کلروفیلاز و منیزیم دکلاتاز می گردد در نتیجه تجزیه کلروفیل را تسریع می‌کند. سیتوکینن فعالیت کلرووفیلاز و منیزیم دکلاتاز را مهار می‌کند (Costa et al., 2005; Jacob-Wilk et al., 1999).

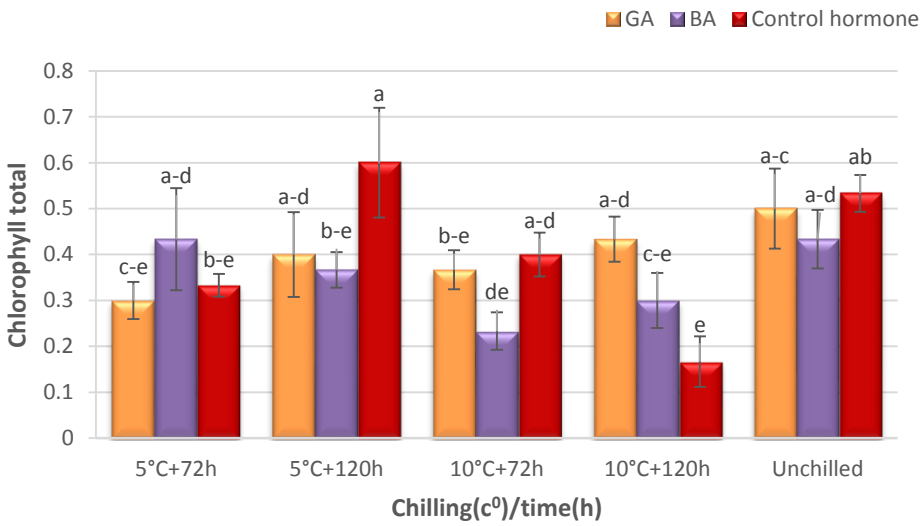
۴-۴-۲- کلروفیل b

با توجه به تجزیه واریانس داده ها (جدول ۴-۴) مشاهده شد که هیچکدام از تیمارهای تنظیم‌کننده رشد، تیمار سرمایی و برهمکنش بین تیمار تنظیم‌کننده رشد و سرما اثر معنی‌دار آماری بر روی صفت کلروفیل b برگ گیاه آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 نداشته است.

۴-۴-۳- کلروفیل کل

مقایسه میانگین داده ها بیانگر آن است که بیشترین مقدارکلروفیل کل برگ مربوط به تیمار سرمایی ۵درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت بدون محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد بود که اختلاف آماری معنی‌دار با تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت با محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد (BA)، تیمارهای سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان۱۲۰ ساعت با محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد(GA)، تیمار سرمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت بدون محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد، تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت با محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد(GA)، تیمار کنترل محلول‌پاشی شده با تنظیم‌کننده رشد(GA) و تیمار کنترل بدون تیمار سرما و محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد نداشت. این تیمارها با سایر تیمارها اختلاف آماری معنی‌دار در سطح پنج درصد داشتند. (شکل۴-۲۳).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل۴-۲۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده رشد و سرما بر کلروفیل کل برگ

۴-۴-۴- نسبت کلروفیل a/b

تجزیه واریانس داده ها (جدول ۴ -۴) نشان می دهد که هیچکدام از تیمارهای تنظیم‌کننده رشد، تیمار سرمایی و برهمکنش بین تیمار تنظیم‌کننده رشد و سرما اثر معنی‌دار آماری بر نسبت کلروفیل a/b برگ گیاه آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 نداشته است.

۴-۴-۵- کارتنوئید

تجزیه واریانس داده های (جدول ۴-۴) نشان داد که هیچکدام از تیمارهای تنظیم‌کننده رشد، تیمار سرمایی و برهمکنش بین تیمار تنظیم‌کننده رشد و سرما اثر معنی‌دار آماری بر روی صفت کارتنوئید برگ گیاه آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 نداشته است.

۴-۵- خصوصیات بیوشیمیایی

خصوصیات بیوشیمیایی ارزیابی شده در گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 شامل صفات مقادیر آنتوسیانین، کربوهیدرات بود. تجزیه واریانس داده های مربوط (جدول ۴-۵) به مقادیر آنتوسیانین و کربوهیدرات برگ نشان داد که اثر متقابل تنظیم‌کننده رشد و سرما بر این صفات در سطح یک درصد معنی دار بوده می باشد.

۴-۵- جدول تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات شیمیایی گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9

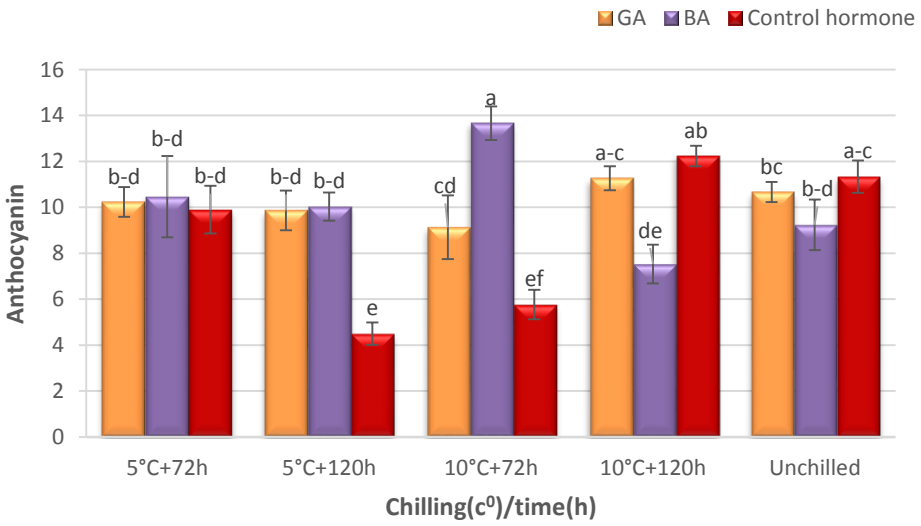
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		آنتوسیانین	کربوهیدرات
تنظیم‌کننده رشد	۲	۱۰/۷ *	۴۰/۴۴*
سرما	۴	۸/۲ *	۷۳/۷**
تنظیم‌کننده رشد ❋ سرما	۸	۲۲/۰۸ **	۴۹/۴**
خطا	۲۸	۲/۳	۷/۶
ضریب تغییرات	-	۱۵/۸	۱۰/۷

** وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد، ❋ وجود اختلاف معنی داردر سطح پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

۴-۵-۱- آنتوسیانین

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار آنتوسیانین برگ مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت با محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد(BA) بود که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار سرمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت بدون محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد، تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت با محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد(GA)، و تیمار کنترل بدون تیمار سرما و محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد نداشت. این تیمارها با بقیه تیمارها اختلاف آماری معنی‌دار در سطح یک درصد داشتند (شکل۴-۲۴).



شکل۴-۲۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده رشد و سرما بر آنتوسیانین برگ

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

بحث:

آنتوسیانین به عنوان رنگدانه‌های طبیعی محلول در آب شناخته می شود؛ آنتوسیانین‌ها مسئول رنگ‌های قرمز، بنفش و آبی بسیاری از گل‌ها و میوه‌ها هستند که گرده افشان‌ها و پخش کننده‌های بذر را جذب می‌کنند. تولید آنتوسیانین همچنین تحت شرایط تنش یا حمله پاتوژن‌ها القا می‌شود. آنتوسیانین‌ها با جذب نور در محدوده مرئی از بافت‌های فتوسنتزی محافظت می‌کنند و همچنین به عنوان آنتی اکسیدان عمل می کنند(Zhang et al., 2014). آنتوسیانین‌ها متابولیت‌های ثانویه متعلق به گروه بزرگ فلاونوئیدها هستند. تشکیل آن‌ها در مسیر فلاونوئید در نتیجه فعالیت متوالی آنزیم‌های دخیل مثلUFGT، ANS دراین مسیر است. ژن‌های کد کننده این آنزیم‌ها به طور هماهنگ توسط یک مجموعه تنظیمی حفاظت شده -MYB bHLHWD40/WDR (MBW) تعدیل می‌شوند. اکسین‌ها به تنهایی می توانند از رونویسی ژن‌های تنظیم-کننده آنتوسیانین مانند MdMYB10 و MdbHLH3 و سپس کمپلکس MBW جلوگیری کنند و از تجمع آنتوسیانین در بافت جلوگیری کند. سیتوکینین‌ها سطوح بیان ژن مسیر بیوسنتز آنتوسیانین را در سطح رونویسی یا پس از رونویسی کنترل می کنند و باعث افزایش تجمع آنتوسیانین می‌شوند(Ji et al., 2015). سیتوکینن با افزایش فعالیت کمپلکس MBW و کاهش بیان MYBL2 (پرتئینی که فعالیت MBW را کاهش می‌دهد) اثر سیگنال‌دهی رنگدانه آنتوسیانین تقویت می کند. زیر مجموعه ای از نوع BARR ها، ARR1، ARR10 و ARR12 که در نهایت مجتمع رونویسی MBW را فعال می کند. فعالیت سیتوکینن مستقل از HY5 و سایر گیرنده‌های نوری است، اما به شدت به حالت اکسیداسیون و کاهش زنجیره انتقال الکترون فتوسنتزی وابسته است که به موجب آن پویز(poise) ردوکس مخزن PQ بیوسنتز رنگدانه را تنظیم می‌کند(Das et al., 2012).

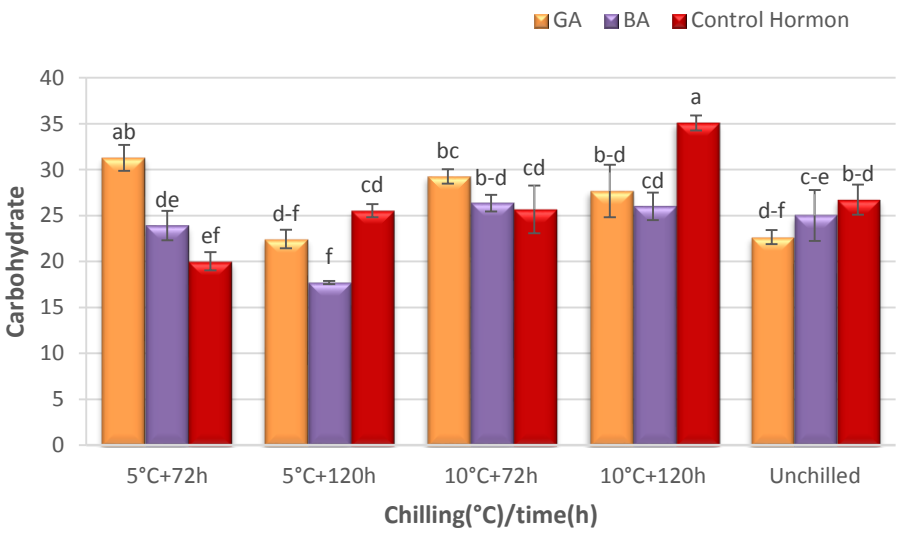
همچنین در طی تنش هورمون ABA زیاد می شود که تاثیر مثبتی بر ستز آنتوسیانین دارد(Gagné *et al.*, 2011). در طی تنش سرما اکسین و سیتوکینن کاهش پیدا می کند و ما با محلول‌پاشی سیتوکینن اثر مهاری اکسین را بر بیوسنتز آنتوسیانین همزمان با تنش سرما که اکسین را در مقدار کم نگهداشته کم میکنیم و باعث سنتز آنتوسیانین بیشتر می شود.

۴-۵-۲- کربوهیدرات محلول

تجزیه واریانس داده ها (جدول ۴-۵) نشان می دهد که اثر متقابل تیمار تنظیم‌کننده رشد و سرما برکربوهیدرات محلول برگ گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 در سطح یک درصد معنی دار می باشد. مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بیشترین مقدار کربوهیدرات محلول برگ مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت بدون محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد بود که اختلاف آماری

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

معنی‌دار با تیمار سرمایی۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت با محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد (GA) نداشت. این تیمارها با بقیه تیمارها اختلاف آماری معنی‌دار در سطح یک درصد دارند (شکل۴-۲۵).



شکل۴-۲۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده رشد و سرما بر کربوهیدرات محلول برگ

بحث:

اعتقاد بر این است که کربوهیدرات‌های غیرساختاری، از جمله کربوهیدرات‌های محلول در آب نقش مهمی در تحمل سرما در بسیاری از گیاهان دارند. این کربوهیدرات‌ها می توانند به عنوان محافظ برودتی ساختارهای سلولی عمل کرده و با کاهش نقطه انجماد مایعات درون سلولی از تشکیل یخ درون سلولی جلوگیری کنند. به ویژه این قندها می توانند غشاها را از طریق برهمکنش با گروه های سر قطبی فسفولیپیدها تثبیت کنند(Meng et al., 2008). کربوهیدرات های گیاهی معمولی از کربن، هیدروژن و اکسیژن تشکیل شده اند. برخی از کربوهیدرات‌های محلول (گلوکز، فروکتوز و ساکارز) در هماهنگی با مسیرهای سیگنال‌دهی هورمونی (ABA، JA) نقش دارند. سه نوع اصلی کربوهیدرات محلول در آب یعنی دی ساکاریدها (ساکارز، ترهالوز)، RFOs و فروکتان ها وجود دارند که نقش اساسی در پاسخ به تنش گیاه دارند. به طور معمول، زمانی که رشد محدود می شود، چنین قندهایی می توانند تحت تنش های تجمع کنند، اما فتوسنتز مهار نمی شود. فروکتان ها خاصیت آنتی اکسیدانی دارند (Ende & Peshev, 2013).

در طی تنش سرما جذب عناصری مثل پتاسیم و منیزیوم مختل می‌شود. کمبود پتاسیم منجر به تجمع کربوهیدرات‌ها در برگ‌ها به عنوان جایگزین مولکول‌های اسمزی می شود. یکی از دلایل این امر را می توان نیاز به پتاسیم برای بارگیری قندها در آوند آبکش عنوان نمود. در کمبود منیزیوم نیز کاهش فعالیت متابولیکی اندام های سینک (کاهش ساخت کلروفیل و انجام واکنش‌های فتوشیمیایی و ساخت اندام‌های جدید) و اختلال

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

در بارگذاری در آوند آبکش است زیرا این فرآیند به منیزیم (بصورت Mg-ATP) نیاز دارد. و باعث تجمع کربوهیدرات‌ها در اندام‌های هوایی می‌شوند (Hermans et al., 2006).

اثر جیبرلین بر کربوهیدرات بصورت تحریک بارگیری و تخلیه ساکارز در آوند آبکش می‌باشد. تحریک وابسته به جیبرلین بصورت فعالیت ساکارز فسفوسنتاز، آنزیم کلیدی در سنتز ساکارز، و همچنین اینورتازها که ساکارز را تجزیه می کنند، تعریف شده است (Kozłowska et al., 2007).

در طی تنش سرما متیل جاسمونات افزایش پیدا می‌کند. افزایش MeJA با افزایش بیان بیشتر این ژن‌ها سنتز قند ، به ویژه ژن‌های ساکارز سنتاز FaSPS1 و FaSPS2 همراه بود.MeJA از بیان FaSS و همچنین تخریب قند جلوگیری می‌کند، در حالی که افزایش بیان ژن‌های متابولیسم قند باعث سنتز و انتقال قند می‌شود. و باعث افزایش تجمع کربوهیدرات‌ها در تنش سرما می‌شود(Han et al., 2019).

۴-۶- خصوصیات فتوسنتزی

خصوصیات فتوسنتزی ارزیابی شده در گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 شامل صفت مقادیر Fv/Fm بود. تجزیه واریانس داده های مربوط (جدول ۵-۵) به مقادیر Fv/Fm برگ نشان داد که در مجموع اثر تیمارها و برهمکنش آن‌ها روی این صفت معنی‌دار نیست..

۴-۵- جدول تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات فتوسنتزی گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
		Fv/Fm
تنظیم‌کننده رشد	۲	۰/۰۰۰۴۴۷ ns
سرما	۴	۰/۰۰۰۴۴۹ ns
تنظیم‌کننده رشد * سرما	۸	۰/۰۰۰۵۳ ns
خطا	۲۸	۰/۰۰۰۶
ضریب تغییرات	-	۳/۳

** وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد، * وجود اختلاف معنی داردر سطح پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

آزمایش دوم : تاثیر برهمکنش سرما با طیف‌های نور کمکی سبز و آبی

ب-۴-۱- صفات مورفولوژیکی

نتاج تجزیه واریانس داده‌های جمع آوری شده پس از ۴ ماه مربوط به تاثیر تیمارهای طیفهای نور کمکی (آبی و سبز) و سرما در پنج سطح و اثرات متقابل دو تیمار(سرما و طیف نور) بر صفات مورفولوژیکی گیاهان

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 روی صفات تعداد برگ، تعداد گل، ارتفاع بوته، میزان رشد قطر ساقه و درصد پاجوش‌دهی در جدول ب-۴-۱ نشان داده شده است.

ب-۴-۱ - جدول تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی در آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09

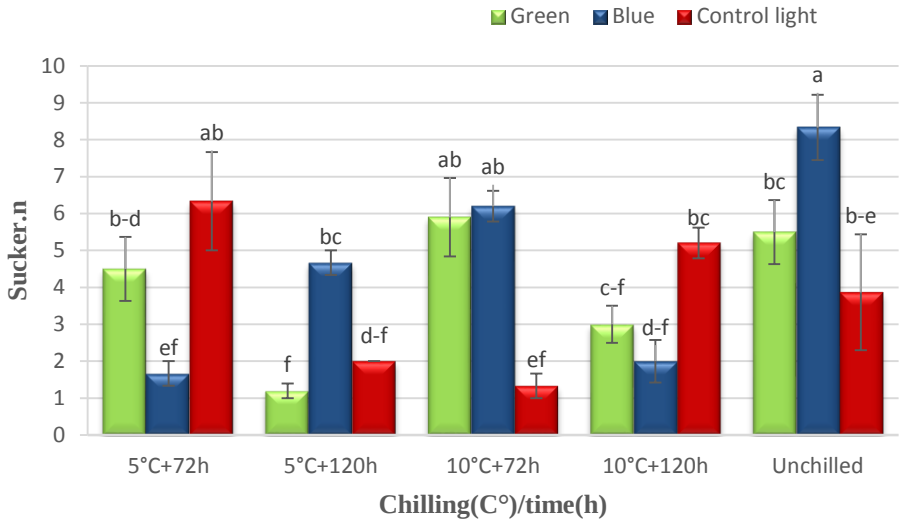
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد پاجوش	شاخص رشدتعدادبرگ	شاخص رشد تعدادگل	میزان رشد ارتفاع	میزان رشد قطر	سطح برگ
طیف نور	۲	۲/۶۶^{ns}	۰/۵۱۲^{ns}	۰/۱۵**	۳۱/۸^{ns}	۷/۴^{ns}	۲۷۳۶۲۹/۱^{ns}
خطای a	۶	۱/۱۲	۳/۹۸	۲/۲۶	۹/ ۲	۳/۰۴	۱۹۶۸۳۸/۴
سرما	۴	۱۳/۶۳ **	۱۹/۴ **	۳/۲۴^{ns}	۲/۴ ^{ns}	۱۸/۰۶^{ns}	۳۱۷۸۵۸/۱^{ns}
طیف نور * سرما	۸	۱۷/۳۷ **	۵/۱۷ ^{ns}	۰/۸۴ ^{ns}	۷/۰۹ ^{ns}	۱۷/۰۰۰۹^{ns}	۱۴۴۲۱۶/۹^{ns}
خطا	۲۴	۱/۹۵	۲/۵۳	۱/۲	۶/۷	۸/۷	۱۵۳۴۹۹/۰۶
ضریب تغییرات	-	۳۳/۹۵	۳۶/۳۵	۱۱۰/۴۲	۷۹/۵	۶۹/۹۵	۲۶/۱

** وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد، * وجود اختلاف معنی داردر سطح پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

ب-۴-۱-۱- تعداد پاجوش

با توجه به جدول(ب-۴-۱) نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر متقابل طیف نور رشد و سرما بر پاجوش‌دهی گیاه مورد نظر در سطح یک درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین تعداد پاجوش (۸,۳۳) مربوط به تیمار طیف نور آبی بدون تیمار سرمایی بود (شکل ۴-۲۷) که اختلاف آماری معنی دار با تعداد پاجوش‌دهی تیمار سرمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت با طیف نور آبی، سبز و تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت بدون طیف نور نداشت و این ۴ تیمار با سایر تیمارها اختلاف آماری معنی دار در سطح یک درصد داشتند (شکل ۴-۲۶).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل ۴-۲۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر پاجوش‌دهی

بحث:

پاجوش از پریموردیاها منشاء می‌گیرند که از سلول های مریستمی در طی رشد ثانویه در کامبیوم چوب پنبه‌ای ریشه‌ها تشکیل می‌شوند (Frey et al., 2003). اکسین در ریشه‌ها اثر مهاری در تولید پاجوش دارد (Sterrett & Chappell, 1967). کریپتوکروم‌ها (CRY1، CRY2) گیرنده‌های نور آبی هستند که واسطه تعدادی از فرآیندها در گیاهان می باشند.

کریپتوکروم‌ها و اکسین‌ها تنظیم کننده‌های قوی رشد در گیاهان هستند. نور جنبه‌های متعددی از رشد گیاه را تنظیم می کند که توسط اکسین ها نیز کنترل می شود. انتقال قطبی اکسین توسط پروتئین‌های حامل (PIN) انجام می‌شود. کریپتوکروم با دو مکانیزم باعث کاهش انتقال اکسین به ریشه می‌شود:

۱- کاهش بیان پروتئین‌های PIN
۲- افزایش فلاونوئیدها (کوئرستین، کامفرول، ایزورامنتین) که تنظیم‌کننده منفی اکسین هستند (Tyburski & Tretyn, 2004).

کاربرد سالسیلیک‌اسید و براسینوئید تولید پاجوش در آلوئه را افزایش داد. سالسیلیک‌اسید باعث تجمع فلاونوئیدها می‌شود(Sedaghathoor et al., 2017). CRY1 به طور متوسط بر تجمع SA تأثیر می‌گذارد(Wu & Yang, 2010). نور آبی چندین آنزیم سیتوکروم P450 از جمله CYP85A1 را تنظیم می‌کند و در نتیجه سنتز کاسترون که یک براسینوستروئید فعال است در برنج را افزایش داد. اما سنتز براسینواستروئید در ریشه‌ها به‌طور منفی توسط نور آبی تنظیم می‌شود نور قرمز دور تنظیم مثبت می‌کند(Keuskamp et al., 2011).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

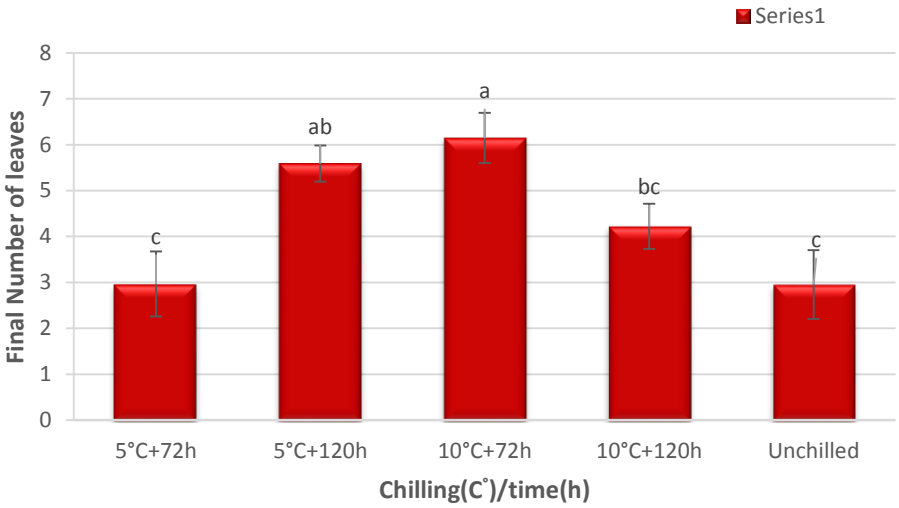
BR سطوح اکسین و ورودی سیگنال را ارتقا می دهد، اما به طور همزمان خروجی سیگنال اکسین را در همان بافت مهار می کند. سیگنال دهی BR در اپیدرم و LRC برای اثر دوگانه روی اکسین و در نتیجه برای پایداری مریستم ضروری است (Ackerman-Lavert et al., 2021).

شکل۴-۲۷- (الف) کمترین تعداد پاجوش مربوط به برهمکنش تیمار طیف‌نور سبز با سرما (ب) بیشترین تعداد پاجوش مربوط به تیمار طیف نور آبی بدون سرما

ب-۴-۱-۲- تعداد برگ

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل طیف‌نور و سرما و طیف‌نور بر تعداد برگ گیاه مورد نظر معنی دار نبود (جدول ب-۴-۱). اثر تیمار سرمایی بر شاخص رشد تعداد برگ گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 در سطح یک درصد معنی دار بوده است. بیشترین تعداد برگ (۴,۵) مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت بود که اختلاف آماری معنی‌دار با تیمار سرمایی ۵درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت نداشت و این دو تیمار با سایر تیمارهای سرمایی اختلاف آماری معنی‌دار در سطح یک درصد داشت (شکل ۴-۲۸).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل ۴-۲۸- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر پاجوش‌دهی

ب-۴-۱-۳- تعداد گل

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ب-۴-۱) نشان داد که هیچکدام از تیمارهای طیف‌نور و تیمار سرمایی و همچنین برهمکنش بین طیف‌نور و سرما اثر آماری معنی دار بر تعداد گل گیاه آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 نداشته است.

ب-۴-۱-۴- ارتفاع گیاه

بر اساس تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ب-۴-۱) مشخص شد که هیچکدام از تیمارهای طیف‌نور و تیمار سرمایی و همچنین برهمکنش بین آنها اثر آماری معنی دار بر ارتفاع گیاه آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 نداشته است.

ب-۴-۱-۵- قطر ساقه

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ب-۴-۱) نشان داد که هیچکدام از تیمارهای طیف‌نور و تیمار سرمایی و همچنین برهمکنش بین آنها اثر آماری معنی دار بر قطر ساقه گیاه آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 نداشته است.

ب-۴-۱-۶- سطح برگ

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

با توجه به جدول تجزیه واریانس(ب-۴-۱) نتایج داد که هیچکدام از تیمارهای طیف‌نور و تیمار سرمایی و همچنین برهمکنش بین طیف‌نور و سرما اثر آماری معنی دار بر سطح برگ گیاه آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 نداشته است.

ب-۴-۲- بیومس اندام هوایی گیاه

در این بخش به خصوصیات مربوط به بیومس اندام هوایی گیاه مورد نظرخواهیم پرداخت. تجزیه واریانس داده های مربوط به صفات وزن تر گل، وزن خشک گل، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، وزن تر ساقه و وزن خشک ساقه نشان داد که اثر متقابل طیف‌نور و سرما بر این صفات در سطح یک درصد معنی دار بوده است (جدول ب-۲-۴). همچنین اثرهیچکدام از تیمارها بر صفت وزن تر گل و وزن خشک گل در معنی‌دار نبوده است.

ب-۴-۲- جدول تجزیه واریانس مربوط به بیومس اندام هوایی گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو ردXLO9

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن تر گل	وزن خشک گل	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه
طیف نور	۲	۱۵۰/۶^{ns}	۵/۵^{ns}	۳۴۲۵/۶**	۳۸۲/۲**	۴۸۵/۸**	۴۵/۹**
خطای a	۶	۵۰/۳	۲/۶	۵۵/۱	۱۳/۳	۳۶/۱	۱/۶
سرما	۴	۱۰۹/۲۶^{ns}	۳/۳^{ns}	۳۸۶۹/۸**	۳۵۵/ ۹**	۲۷۹/۰۵**	۱۱/۴*
طیف نور * سرما	۸	۱۶۹/۶^{ns}	۵/۴^{ns}	۱۲۱۴/۳**	۹۷/۵**	۴۱۸/۴**	۱۲/۲**
خطا	۲۴	۱۰۲/۶۹	۲/۴	۲۰۲/۳	۱۹/۲۸	۴۳/۳	۲/۸
ضریب تغییرات	-	۲۰/۸۹	۲۳/۲۵	۱۵/۶	۲۱/۲	۱۴/۱۲	۱۹/۰۵

** وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد، * وجود اختلاف معنی داردر سطح پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

ب-۴-۲-۱- وزن ترگل

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که هیچکدام از تیمارهای طیف‌نور و تیمار سرمایی و همچنین برهمکنش بین تیمار طیف‌نور و سرما اثر معنی دار آماری بر وزن تر گل گیاه آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 نداشته است (جدول ب-۴-۲).

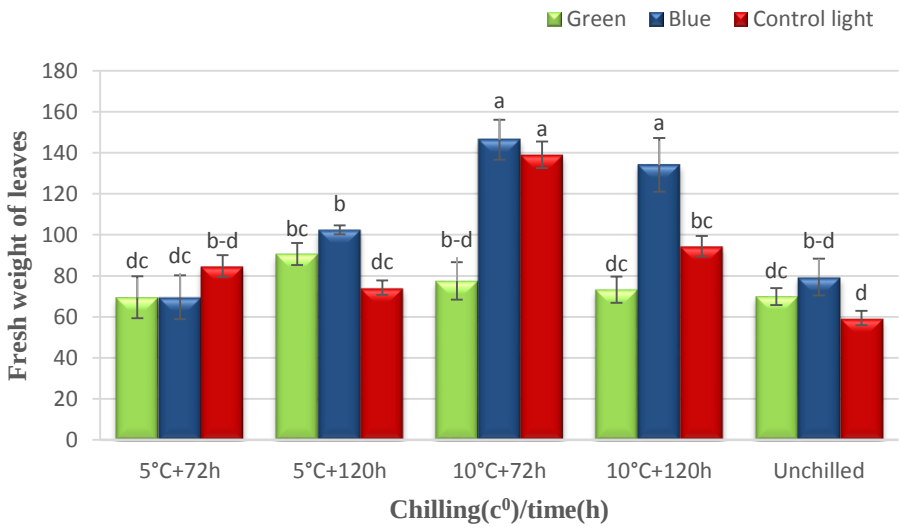
ب-۴-۲-۲- وزن خشک گل

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که هیچکدام از تیمارهای طیف‌نور و تیمار سرمایی و همچنین برهمکنش بین آن‌ها اثر آماری معنی دار بر وزن خشک گل گیاه آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 نداشته است(جدول ب-۴-۲) .

ب-۴-۲-۳- وزن تر برگ

اثر متقابل تیمار طیف‌نور و سرما بر وزن تر برگ گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ب-۴-۲). مقایسه میانگین‌ها داده‌ها نشان داد که بیشترین وزن تر برگ(۱۴۶,۳۳ گرم) مربوط به تیمار سرمایی۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت با طیف‌نور آبی (شکل ۴-۳۰) که اختلاف آماری معنی‌دار با تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ساعت بدون طیف‌نور وتیمار سرمایی۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت با طیف‌نور آبی نداشت و این سه تیمار با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری در سطح یک درصد داشتند (شکل ۴-۲۹).



شکل ۴-۲۹- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر وزن تر برگ

بحث:

تغییرات در طیف نور به شدت بر پارامترها آناتومی، فیزیولوژی و مورفولوژی برگها تأثیر می‌گذارد (X.-X. Fan et al., 2013). تنش سرما باعث گسترش ریشه و درنتیجه جذب مواد غذایی افزوده می‌شود. به طور معمول، روزنه ها تا حد زیادی در شب بسته هستند، زمانی که فعالیت بیولوژیکی و تبادل با محیط حداقل است، و در بیشتر اوقات روز، زمانی که نیاز به تبادل گازی زیاد است، باز هستند. به دلیل تغییرات روزانه مشخص در شدت نور، روزنه ها به طور قابل توجهی به شار فوتون و کیفیت نور حساس هستند(Zeiger, 1984). روزنه‌ها تبادل گاز بین گیاهان و جو را تنظیم می کنند، جذب CO2 و از دست دادن همزمان بخار آب

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

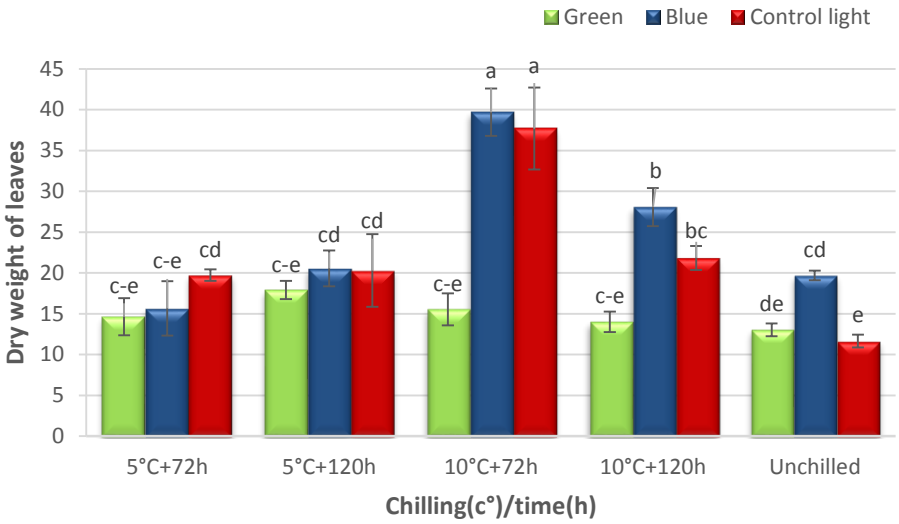
را بهینه می کنند. باز شدن روزنه ناشی از نور آبی در درجه اول توسط گیرنده های نور آبی فوتوتروپین (PHOT1 و PHOT2) انجام می شود. مستقل از فتوتروپین‌ها، کریپتوکروم‌ها نیز ممکن است برای باز شدن روزنه تحریک شده با نور آبی در آرابیدوپسیس مورد نیاز باشند(X.-X. Fan et al., 2013). با افزایش رشد ریشه و جذب مواد غذایی و به دنبال آن افزایش باز شدن روزنه بوسیله نور آبی و درنتیجه افزایش کربوهیدرات و فتوسنتز باعث افزایش رشد و افزایش تعداد برگ گیاه می‌شود.

شکل۴- ۳۰-(الف) گیاه مربوط به تیمار طیف نورآبی با سرما(ب) گیاه مربوط به تیمار شاهد

ب-۴-۲-۴- وزن خشک برگ

تجزیه واریانس(جدول ب-۴-۲) نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمار طیف‌نور و سرما بر وزن خشک برگ گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 در سطح یک درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین داده ها نشان داد بیشترین وزن خشک برگ (۳۹,۷ گرم) مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت با طیف‌نور آبی که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت بدون طیف‌نور ندارد و این دو تیمار با بقیه تیمارها اختلاف آماری معنی‌دار در سطح یک درصد دارند (شکل ۴-۳۱).

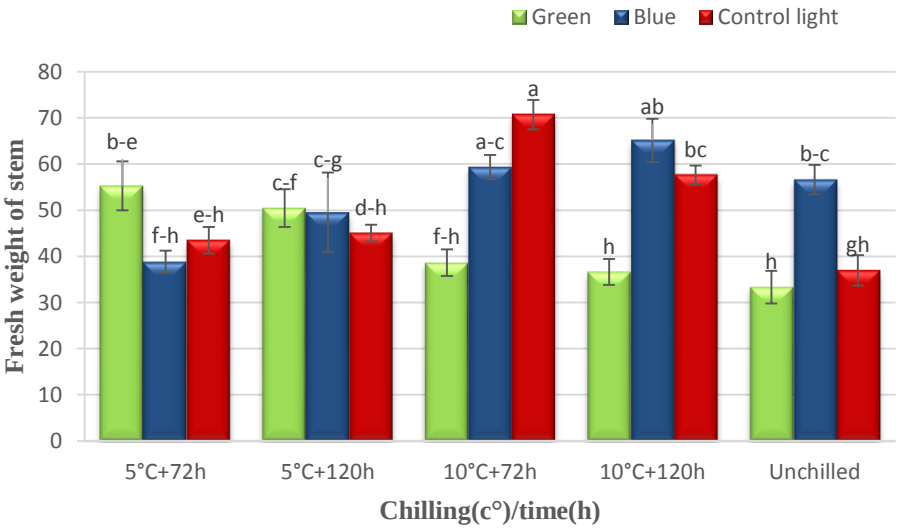
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل ۴-۳۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر وزن خشک برگ

ب-۴-۲-۵- وزن تر ساقه

نتایج تجزیه واریانس(جدول ب-۴-۲) نشان داد که اثر متقابل تیمار طیف‌نور و سرما بر وزن تر ساقه گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 در سطح یک درصد معنی دار است. مقایسه میانگین داده ها نشان داد بیشترین وزن تر ساقه (۷۰,۷۳ گرم) مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت بدون طیف نور که اختلاف آماری معنی دار با تیمار سرمایی۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت با طیف‌نور آبی و تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت با طیف‌نور آبی بود که این سه تیمار با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری در سطح یک درصد داشتند (شکل ۴-۳۲).



شکل ۴-۳۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر وزن تر ساقه

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

بحث:

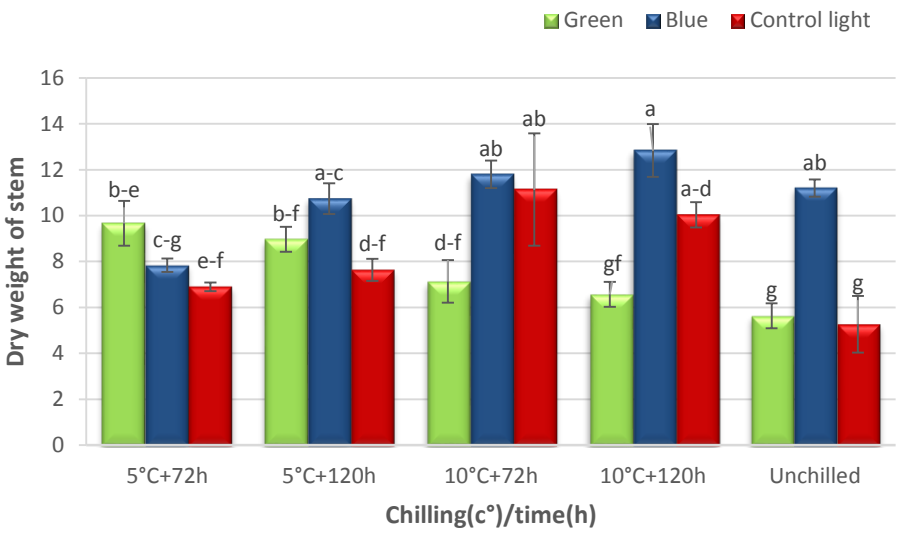
ریشه و ساقه گیاهان دو لپه ای در اثر تکثیر سلولی در کامبیوم ضخیم می شود(Matsumoto-Kitano et al., 2008). سیگنال‌دهی سیتوکینین فعالیت مریستمی را از طریق توزیع درجه‌بندی‌شده مشخص می‌کند که بر دامنه گرادیان اکسین کامبیوم تأثیر می‌گذارد. سیتوکینین‌ها به عنوان تنظیم کننده اصلی فعالیت کامبیوم عمل می کنند، فعالیت تقسیم سلولی کامبیوم تحریک شده منجر به افزایش چشمگیر (تا ۸۰٪ در وزن خشک) تولید زیست توده تنه شد(Immanen et al., 2016). پس از تنش سرمایی کوتاه و بازگشت به دمای رشد؛ تغییراتی در آنزیم‌های گیاهی اتفاق می‌افتد. فراوانی آدنیلات ایزوپنتنیل ترانسفراز(adenylate isopentenyltransferase)، که مرحله اولیه بیوسنتز سیتوکینین ها را کاتالیز می کند، پس از آزادسازی استرس افزایش می یابد(Badowiec & Weidner, 2014).

ژن‌های CRF تشکیل ریشه‌های جانبی را تحریک می‌کند. CRF2 توسط سرما از طریق زیر مجموعه‌ای از مسیر سیگنالینگ دو جزئی سیتوکینین (TCS) القا می شود.ARR1 به طور مثبت بیان CRF2 را در پاسخ به سرما تنظیم می‌کند، در حالی که CRF3 توسط سرما از طریق مسیرهای مستقل از TCS تنظیم می شود. این تحریک رشد ریشه باعث افزایش جذب مواد غذایی و درنتیجه افزایش رشد اندم هوایی و رشد ساقه می‌شود(Jeon et al., 2016). نور و سیتوکینین بسیاری از فرآیندها را با هم تنظیم می کنند. نقاط مشترک بین نور و سیگنال دهی سیتوکینین ژن های فاکتور نویسی HY5 است. این ژن ها پایین دست گیرنده نور آبی CRY1 است و سیتوکین باعث افزایش پایداری این ژن می‌شود در نتیجه باعث افزایش اثرات نور آبی می‌شود(Howell et al., 2003). نور آبی از طویل شدن ساقه در کسری از ثانیه جلوگیری می‌کند (تایزو زایگر). نور آبی همچنین از طریق تأخیر در تخریب CK و غیرفعال شدن CK، و همچنین تنظیم سریع‌تر برخی ایزوفرم‌های β-گلوکوزیداز که ممکن است CKهای فعال را بازیابی کند، کمک می‌کند(Marchetti et al., 2018).

ب-۴-۲-۶- وزن خشک ساقه

با توجه به جدول تجزیه واریانس(ب-۴-۲) نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که اثر متقابل تیمار طیف‌نور و سرما بر وزن خشک ساقه گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 در سطح یک درصد معنی دار بوده است. بیشترین وزن خشک ساقه (۱۲,۸۳) مربوط به تیمار سرمایی (۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت) با طیف نور آبی (شکل ۴-۳۴)که اختلاف معنی دار آماری با تیمار سرمایی(۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت) با طیف‌نور آبی، تیمار سرمایی (۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت) بدون طیف‌نور، تیمار سرمایی(۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت) بدون طیف‌نور، تیمار سرمایی(۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت) با طیف‌نور آبی و تیمار طیف‌نور آبی بدون تیمار سرمایی که این شش تیمار با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری در سطح یک درصد دارند (شکل ۴-۳۳).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل ۴-۳۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر وزن خشک ساقه

شکل۴- ۳۴- ساقه مربوط به تیمار طیف نورآبی (الف) ساقه مربوط به تیمار کنترل(ب)

ب-۴-۳- خصوصیات ریشه

خصوصیات مربوط به ریشه گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 که جدول (ب-۴-۳) جدول تجزیه واریانس مربوط به صفات وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه و حجم ریشه می‌باشد. مقایسه میانگین صفت وزن تر ریشه و حجم ریشه نشان می‌دهد که اثر متقابل طیف‌نور و سرما بر این صفت در سطح یک درصد معنی دار بوده است؛ همچنین مقایسه میانگین صفت وزن خشک ریشه نشان می‌دهد که اثر هیچکدام از تیمارها بر این صفت معنی‌دار نبوده است.

ب-۴-۳- جدول تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات ریشه گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو ردXLO9

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	حجم ریشه
طیف نور	۲	۱۳۱۶/۸^{ns}	۴/۵^{ns}	۳۴۰۴/۷**
خطای a	۶	۳۴۷/۶	۴/۹	۲۲۲/۱

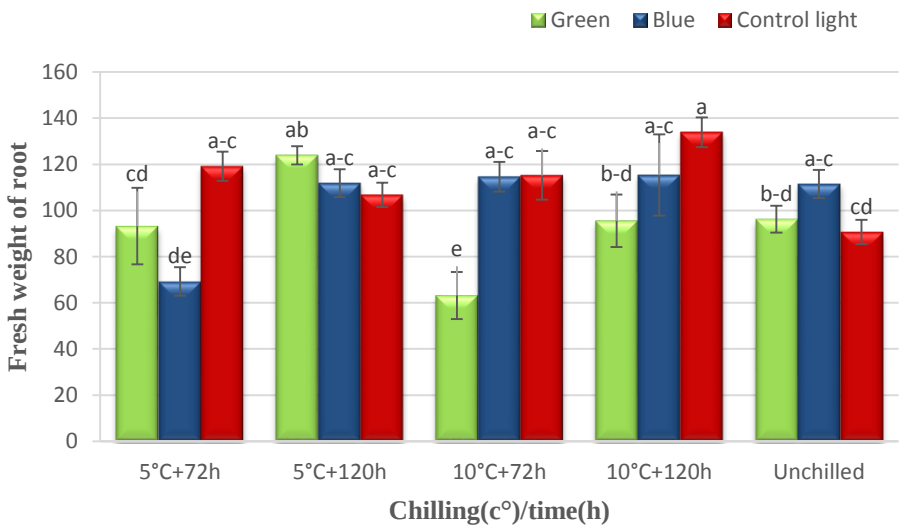
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

سرما	۴	۸۶۹/۶ *	۲/۳ns	۱۵/۴**
طیف نور * سرما	۸	۱۲۲۸/۷ **	۸/۴ns	۱۰۰۴/۲**
خطا	۲۴	۲۳۱/۰۸	۴/۱۵	۲۱۴/۶
ضریب تغییرات	-	۱۴/۶	۲۴/۲۷	۱۵/۹

** وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد، * وجود اختلاف معنی داردر سطح پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

ب-۴-۳-۱- وزن تر ریشه

با توجه به جدول تجزیه واریانس(ب-۴-۳) نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که اثر متقابل طیف‌نور و سرما بر وزن تر ریشه گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو ردxl09 در سطح یک درصد معنی دار بوده است. بیشترین وزن تر ریشه (۱۳۳,۹) مربوط به تیمار سرمایی (۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت) بدون طیف‌نور (شکل ۴-۳۶) که اختلاف معنی دار آماری با تیمارهای سرمایی (۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت، ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت، ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت) بدون طیف‌نور، تیمار طیف‌نور آبی بدون دوره سرما، تیمار طیف‌نور آبی با سرما(۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت ،۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت و ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت) و تیمار طیف نور آبی با سرما (۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت) ندارد و این تیمارها با بقیه تیمارها اختلاف معنی دار آماری در سطح یک درصد دارند(شکل ۴-۳۵).



شکل ۴-۳۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر وزن تر ریشه

بحث:

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تحت تنش سرما، سطح بیان ژن GsGASA1 در ریشه افزایش یافت. بیان سازنده GsGASA1 ، مهار ازدیاد طول ریشه را افزایش می‌دهد، که ممکن است به دلیل کوتاه‌تر شدن سلول‌ها یا کاهش تعداد سلول در ریشه ایجاد شود. DELLAها باعث مهار رشد ریشه اولیه در پاسخ به سرما می‌شود. GA فعال به گیرنده محلول GID1 متصل می شود و باعث می شود که DELLAها از طریق مسیر یوبیکوئیتین-پروتئازوم پلی یوبی کوئیتینه شده و تجزیه شوند. پس از تخریب، مهار رشد با واسطه DELLA متوقف می شود، و رشد و نمو طبیعی گیاه رخ می‌دهد. یکی از دلایل احتمالی برای مهار رشد ریشه با واسطه GsGASA1 تحت تنش سرما ممکن است از طریق تجمع DELLAها باشد. GsGASA1 الگوهای بیان مشابهی را برای هر دو تیمار GA و ABA نشان داد، سطوح کاهش یافته را در طول زمان در ریشه ها نشان داد، در حالی که سطوح افزایش یافته را در برگ ها نشان داد(Li et al., 2011).

نور آبی و تنش سرما باعث افزایش تنظیم‌کننده رشد براسینواستروئید می‌شود. این تنظیم‌کننده با اثر هم افزایی جیبرلین باعث افزایش تجزیه DELLA و افزایش رشد ریشه می‌شود(Ackerman-Lavert & Savaldi-Goldstein, 2020; Bajguz & Hayat, 2009).

زیرگروه SnRK2s تنظیم کننده های مثبت حیاتی در مسیر سیگنالینگ ABA هستند که مسئول افزایش طول ریشه اولیه تنظیم شده با ABA هستند. تجزیه و تحلیل ژنتیکی و بیوشیمیایی نشان داد که BIN2 از نظر فیزیکی با کیناز SnRK2 برهمکنش می‌کند و سیگنال‌دهی ABA را برای مهار ازدیاد طول ریشه تنظیم می‌کند.

BRs به طور منفی اثر جاسمونیک اسید (JA) بر رشد ریشه آرابیدوپسیس را تنظیم می کند. JA رشد ریشه در Arabidopsis را مهار می کند . براسینواستروئید اثر مهاری سیتوکینین بر رشد ریشه رو مهار میکند و باعث افزایش رشد ریشه می‌شود(Wei & Li, 2016).

شکل۴-۳۶- ریشه مربوط به تیمار طیف نورآبی (الف) ریشه مربوط به تیمار طیف نور سبز (ب)

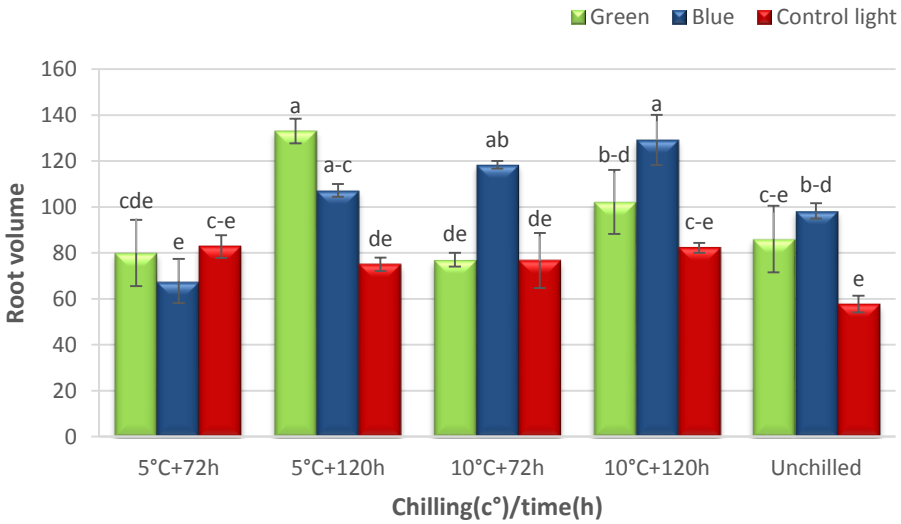
ب-۴-۳-۲- وزن خشک ریشه

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

با توجه به جدول تجزیه واریانس(ب-۴-۳) نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که هیچکدام از تیمارهای طیف‌نور و تیمار سرمایی و همچنین برهمکنش بین تیمار طیف‌نور و سرما اثر معنی دار آماری بر وزن خشک ریشه گیاه آنتوریوم گلدانی جامبو رد xl09 نداشته است.

ب-۴-۳-۳- حجم ریشه

با توجه به جدول تجزیه واریانس(ب-۴-۳) نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که اثر متقابل طیف‌نور و سرما بر وزن تر ریشه گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو ردxl09 در سطح یک درصد معنی دار بوده است. بیشترین حجم ریشه (۱۳۳,۱cc) مربوط به تیمار سرمایی(۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت) با طیف‌نور سبز که اختلاف معنی دار آماری با تیمارهای سرمایی(۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت، ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت، ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت) با طیف‌نور آبی ندارد و این تیمارها با بقیه تیمارها اختلاف معنی دار آماری در سطح یک درصد دارند(شکل ۴-۳۷).



شکل ۴-۳۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر حجم ریشه

بحث:

درکل سطح گیاه نور سبز ممکن است به دلیل تغییرات در توزیع نور عمودی و معماری کانوپی، رشد را افزایش دهد. در لایه میانی برگ، نسبت کلروفیل a:b و غلظت کاروتنوئید با درصد نور سبز افزایش یافت. در مجموع اضافه کردن نور سبز به طیف نور آبی و قرمز باعث افزایش ۳۰ درصدی زیست توده شد. ممکن است به عنوان یک نشانه غیرمستقیم تعبیر شود که طیف غنی شده با نور سبز منجر به شدت نور بالاتر در زیر لایه تاج پوشش بالایی می شود. یک توضیح جایگزین برای تغییر رنگدانه این است که محتوای کاروتنوئید در برگ های میانی افزایش یافته است به طوری که آنها می توانند نور سبز را به طور موثرتری رهگیری کنند، زیرا کاروتنوئیدها نور بیشتری را در باند موج سبز نسبت به رنگدانه های دیگر جذب می کنند. در سطح برگ، نور

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

سبز با شدت کمتری نسبت به نور آبی یا قرمز جذب شد ، که به این معنی است که نور سبز نسبت به نور قرمز و آبی بیشتر داخل کانوپی نفوذ می‌کند.(Kaiser et al., 2019) و به این صورت فتوسنتز افزایش پیدا می‌کند و همچنین کربوهیدرات بیشتری تولید می‌شود و همزمان با تنش تخصیص کربوهیدرات به ریشه و افزایش تنظیم‌کننده رشد براسینواستروئید و اثر بر رشد ریشه بیشتر می‌شود و در نتیجه حجم ریشه زیاد می‌شود.

ب-۴-۴- خصوصیات رنگدانه‌ها

خصوصیات مربوط به رنگدانه‌های گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 که جدول تجزیه واریانس(جدول ب-۴-۴) مربوط به صفات کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، نسبت کلروفیل a به b و کاروتنوئید می‌باشد. مقایسه میانگین صفت نسبت کلروفیل a به b برگ نشان می‌دهد که اثر متقابل طیف‌نور و سرما بر این صفات در سطح پنج درصد معنی دار بوده است؛ همچنین مقایسه میانگین صفت کلروفیل a برگ نشان می‌دهد که اثر تیمار سرمایی بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است و اثر طیف‌نور بر کلروفیل a در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین صفت کلروفیل b برگ و کلروفیل کل نشان می‌دهد که اثر تیمار سرمایی و اثر طیف‌نور بر این صفات در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است؛ مقایسه میانگین صفت کارتنوئید نشان می‌دهد که اثر تیمار سرمایی و اثر طیف‌نور بر این صفت در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است.

ب-۴-۴- جدول تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات رنگدانه‌ها گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	نسبت کلروفیل a به b	کارتنوئید
طیف نور	۲	۰/۰۴*	۰/۰۰۶**	۰/۱۰۲**	۳/۷*	۰/۰۵۶*
خطای a	۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۴۳	۰/۰۰۵۳
سرما	۴	۰/۰۴ **	۰/۰۰۳**	۰/۱۰۳**	۲/۷ **	۰/۰۶۱ *
طیف نور * سرما	۸	۰/۰۰۷ ns	۰/۰۰۰۸ ns	۰/۰۱۳ ns	۱/۴ *	۰/۰۱۳ ns
خطا	۲۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۶	۰/۰۱۵
ضریب تغییرات	-	۳۷/۲	۴۹/۵۵	۳۰/۳	۱۹/۷	۳۳/۰۷

** وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد، * وجود اختلاف معنی داردر سطح پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

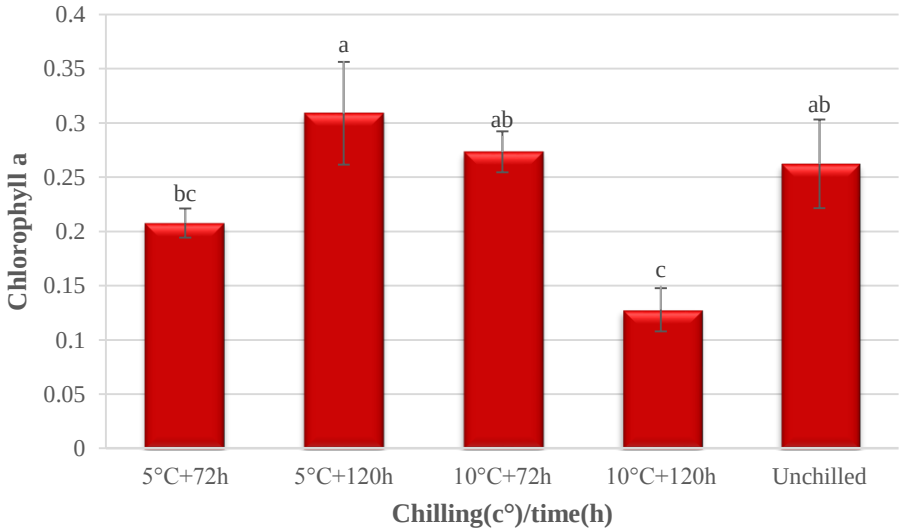
ب-۴-۴-۱-کلروفیل a

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

با توجه به جدول تجزیه واریانس (ب-۴-۴) نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر متقابل طیف‌نور و تیمار سرمایی بر کلروفیل a برگ گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 معنی دار نبوده است.

الف- تیمار سرمایی

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ب-۴-۴) بیشترین کلروفیل a مربوط به تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت بود که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار سرمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت و تیمار بدون سرما ندارد و این سه تیمار با بقیه تیمارهای سرمایی اختلاف معنی‌دار آماری معنی‌داری داشتند. (شکل۴-۳۸).

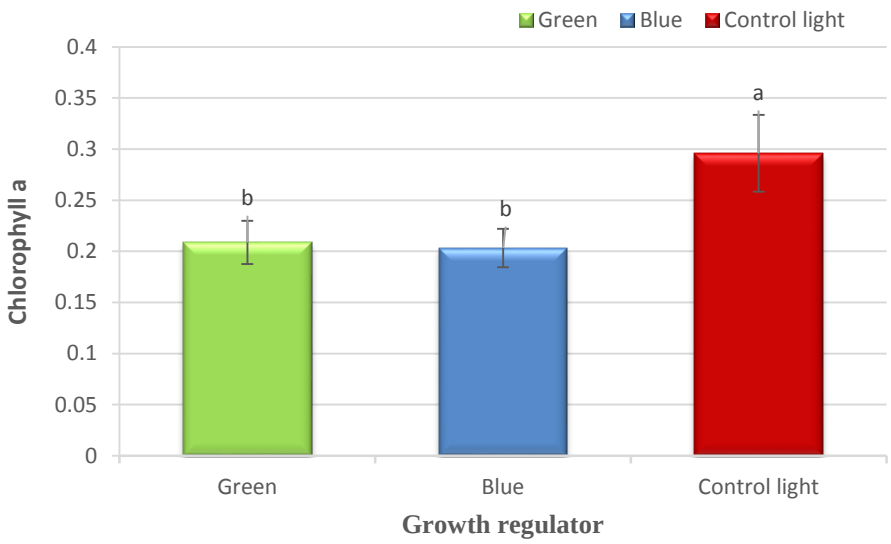


شکل ۴-۳۸- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر کلروفیل a برگ

ب- طیف‌نور

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ب-۴-۴) که بیشترین کلروفیل a مربوط به تیمار کنترل بدون طیف‌نورمی‌باشد که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار طیف‌نور آبی و طیف‌نور سبز در سطح یک درصد دارند. (شکل۴-۳۹).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل ۴-۳۹- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف طیف‌نور بر کلروفیل a برگ

بحث:

کلروفیل پایه مادی فتوسنتز گیاهان است. غلظت و ترکیب آن مستقیماً بر سرعت فتوسنتز برگها تأثیر می گذارد. کلروفیل از طریق یک مسیر بیوسنتزی پیچیده سنتز می شود: گلوتامات به اسید aminolevulinic (ALA)-5 تبدیل می شود، پروتوپورفیرین IX (Proto IX) بیوسنتز می شود، منیزیم به پروتو IX وارد می شود تا Mg-proto IX را تشکیل دهد؛ پروتو کلروفیل (Pchlide) به Pchlide a تبدیل می شود، و کلروفیلید a به کلروفیل a استری می شود.

نور سبز بیوسنتز کلروفیل با کاهش 5-aminolevulinic acid(ALA) کاهش می‌دهد.

در مورد نور آبی قرار گرفتن طولانی مدت در معرض نور آبی باعث افزایش فعالیت سنتز ALA می‌شود. نور آبی بیان ژن MgCH، GluTR و FeCH را بهبود می‌بخشد که سنتز کلروفیل را تنظیم می‌کند و سنتز کلروفیل را تقویت می‌کند(X. Fan *et al*., 2013).

احتمالا نورآبی بدلیل داشتن ذرات پر انرژی تنش‌زا بوده و باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن شده و باعث تخریب کلروفیل شده است(Taiz *et al*., 2015)

غلظت کلروفیل a با کاهش شدت نور افزایش یافت.(Hou *et al*., 2010) برای افزایش جذب کارآمد نور و افزایش فتوسنتز است(Yao *et al*., 2017).

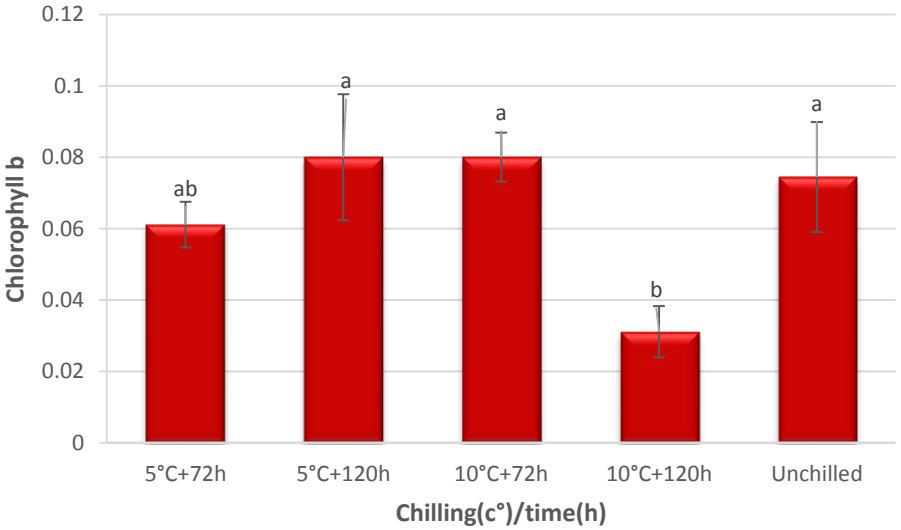
ب-۴-۴-۲-کلروفیل b

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد (جدول ب-۴-۴) که اثر متقابل طیف‌نور و تیمار سرمایی بر کلروفیل bبرگ گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 معنی دار نبوده است.

الف- تیمار سرمایی

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین کلروفیل b مربوط به تیمار سرمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت، تیمار بدون سرما و تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت ندارد این چهار تیمار با بقیه تیمارهای سرمایی اختلاف معنی‌دار آماری دارند. (شکل ۴-۴۰).

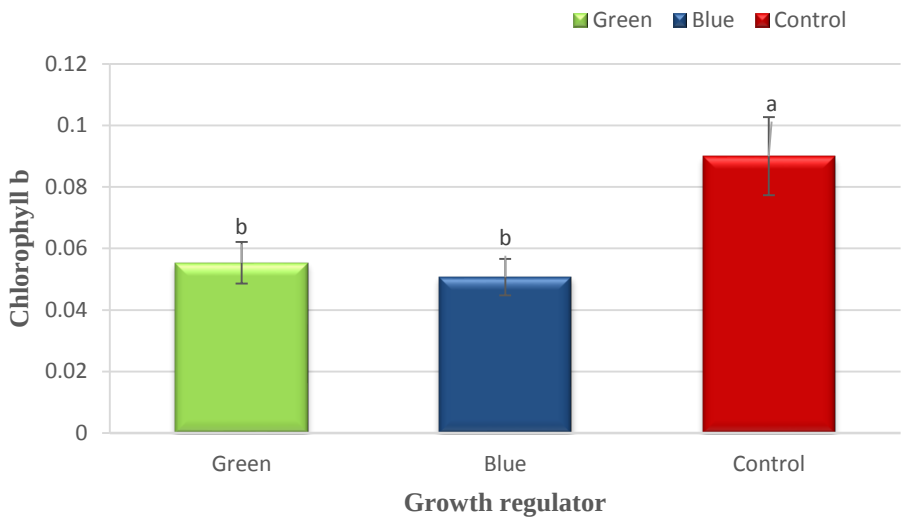


شکل ۴-۴۰- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر کلروفیل b برگ گیاه

ب- طیف‌نور

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین کلروفیل b مربوط به تیمار کنترل بدون طیف‌نورمی‌باشد که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار طیف‌نور آبی و طیف‌نور سبز دارند. (شکل ۴-۴۱).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل ۴-۴۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف طیف‌نور بر کلروفیل b برگ

بحث:

سطح کلروفیل b توسط فعالیت سه آنزیم شرکت کننده در چرخه کلروفیل، یعنی کلروفیلید a اکسیژناز (CAO) (تبدیل کلروفیل a به b می‌شود)، کلروفیل b ردوکتاز و ۷-هیدروکسی متیل کلروفیل ردوکتاز(این دو آنزیم باعث افزایش تبدیل کلروفیل b به a) تعیین می شود. مرحله سوم و نهایی متابولیسم کلروفیل تخریب کلروفیل a است که توسط کلروفیلاز انجام می‌شود.

کلروفیل b دارای جذب قوی در حدود ۴۵۰ نانومتر است که ناحیه ای از نور است که کلروفیل a به طور موثر جذب نمی کند. افزایش سطح کلروفیل b منجر به تجمع بیشتر LHC اصلی می‌شود. کلروفیل b بیشترین تاثیر در افزایش اندازه برداشت کننده را دارند. (Tanaka & Tanaka, 2006; Tanaka & Tanaka, 2011)

انتقال گیاه از شدت نور بالا به شدت نور کم منجر به افزایش ۳ برابری در سطح کل کلروفیل و کاهش ۷۵٪ در نسبت Chl a به Chl b در ۲۴ ساعت می شود. کاهش نسبت Chl a/b نتیجه افزایش سنتز Chl b و تولید کمپلکس برداشت نور بزرگتر است و افزایش فتوسنتز می‌شود. اما بیان بیش از حد ۲ تا ۳ برابری ژن CAO در A. thaliana منجر به افزایش ۱۰ درصدی در سطوح Chlb و LHCII می‌شود و اندازه آنتن در گیاهان را برای برداشت نور افزایش می‌دهد. Lhcb پروتئین‌های اصلی جمع‌آوری نور PS II را کد می‌کند و اکثر Chlb را در گیاهان متصل می‌کند، و بنابراین تعجب آور نیست که این دو ژن با هم تنظیم شوند توسط CAO MRNA می‌شود.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

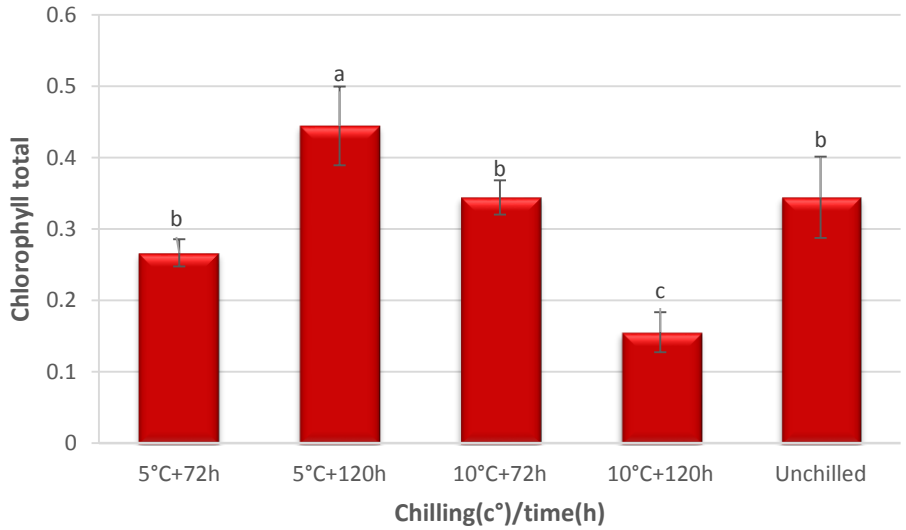
بنابر این نور سبز و آبی بدلیل شدت نور بالا و برا کاهش تنش گونه‌های فعال اکسیژن با کاهش ساخت کلروفیل b باعث کاهش اندازه پروتئین‌های جمع‌آوری نور شدند. در طی استرس پروتئین D1 آسیب می بیند، لیپیدهای غیراشباع غشای تیلاکوئید آسیب می رساند و LHCهای متصل به تیلاکوئید از بین می روند. کاهش اندازه LHC می تواند با کاهش مقدار فوتون های جذب شده، محافظت از نور را فراهم کند(Harper et al., 2004).

ب-۴-۴-۳- کلروفیل کل

با توجه به جدول تجزیه واریانس (ب-۴-۴) نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که اثر متقابل طیف‌نور و تیمار سرمایی بر کلروفیل کل برگ گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 معنی دار نبوده است.

الف- تیمار سرمایی

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین کلروفیل کل مربوط به تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت که اختلاف معنی‌دار آماری با بقیه تیمارها دارد. (شکل۴-۴۲).



شکل ۴-۴۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر کلروفیل کل برگ

بحث:

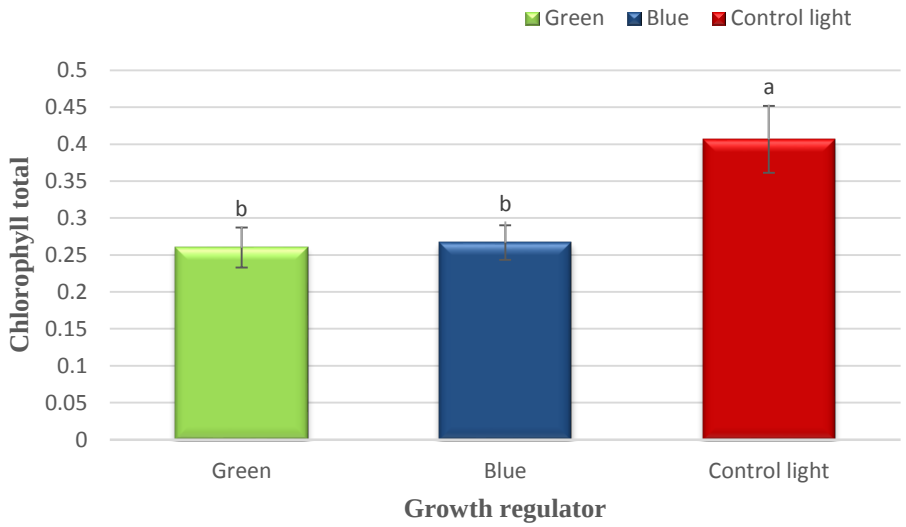
در طی تنش سرما تنظیم‌کننده رشد ABA افزایش پیدا می‌کند. ABA باعث افزایش پروتئین DELLA که تنظیم کننده منفی تنظیم‌کننده رشد جیبرلین است؛ می‌شود.DELLA ها، حداقل تا حدی، از طریق تعامل فیزیکی با WRKY6 و سرکوب فعالیت‌های رونویسی آن بر روی ژن‌های مرتبط با پیری (SAG13 و SGR) در سطح مولکولی، پیری ناشی از تاریکی و تخریب کلروفیل را به طور منفی تنظیم می‌کنند(Zhang et al., 2018).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

پاکلوبوترازول (PBZ) عضوی از گروه بازدارنده رشد گیاهی تری آزول استیک است که بازدارنده سنتز جیبرلین می‌باشد. PBZ باعث بهبود سرعت رشد نهال هندوانه تحت تنش سرما و افزایش محتوای نسبی کلروفیل برگ (RLCC) و نسبت فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm) در مقایسه با شاهد در پایان تنش سرما شد.(Baninasab, 2009)

ب- طیف‌نور

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین کلروفیل کل مربوط به تیمار کنترل بدون طیف‌نورمی‌باشد که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار طیف‌نور آبی و طیف‌نور سبز دارند. (شکل۴-۴۳).

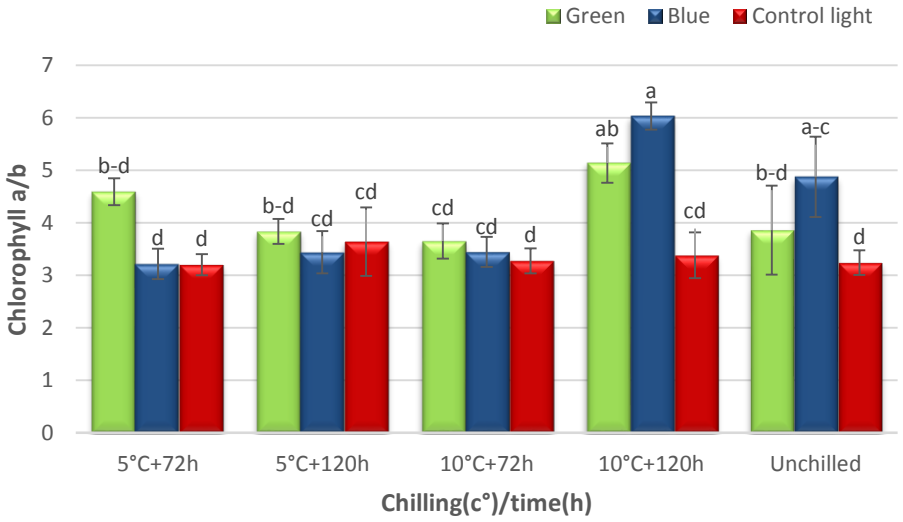


شکل ۴-۴۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف طیف‌نور بر کلروفیل کل برگ

ب-۴-۴-۴- نسبت کلروفیل a/b

با توجه به جدول تجزیه واریانس(ب-۴-۴) نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین نسبت کلروفیل a/b مربوط به تیمار سرمایی۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت با طیف‌نور آبی که اختلاف معنی دار آماری با تیمارهای سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان۱۲۰ ساعت با طیف‌نور سبز و تیمار بدون سرما با طیف‌نور آبی نداشت و این تیمارها با سایر تیمارها اختلاف معنی دار آماری در سطح پنج درصد داشتند(شکل ۴-۴۴).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل ۴-۴۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر نسبت کلروفیل a/b برگ

بحث:

به طور گسترده ای پذیرفته شده است که رنگدانه های فتوسنتزی، عمدتاً کلروفیل (a و b) با کاهش تابش افزایش می یابند تا برداشت نور را افزایش دهند. نشان داده شده است که گونه های مقاوم به سایه نسبت بیشتری از کلروفیل b را نسبت به کلروفیل a تولید می کنند که منجر به کاهش نسبت Chla: b می شود تا کارایی جذب نور آبی را در محیط های کم نور افزایش دهد(Beneragama & Goto, 2010). کلروفیل b دارای جذب قوی در حدود ۴۵۰ نانومتر است که ناحیه ای از نور است که کلروفیل a به طور موثر جذب نمی کند. افزایش سطح کلروفیل b منجر به تجمع بیشتر LHC اصلی می‌شود. کلروفیل b بیشترین تاثیر در افزایش اندازه برداشت کننده را دارند (Tanaka & Tanaka, 2011). بنابراین برای جلوگیری از تنش در نور آبی بدلیل پر انرژی بودن ذرات و شدت نور بالا نور سبز و تنش سرما باعث کاهش تولید کلروفیل b و درنتیجه برداشت کننده کوچک نور و در نتیجه محافظت نوری از سیستم فتوسنتزی می‌شود. و درنتیجه باعث افزایش نسبت کلروفیل a به b در این گیاهان می‌شود.

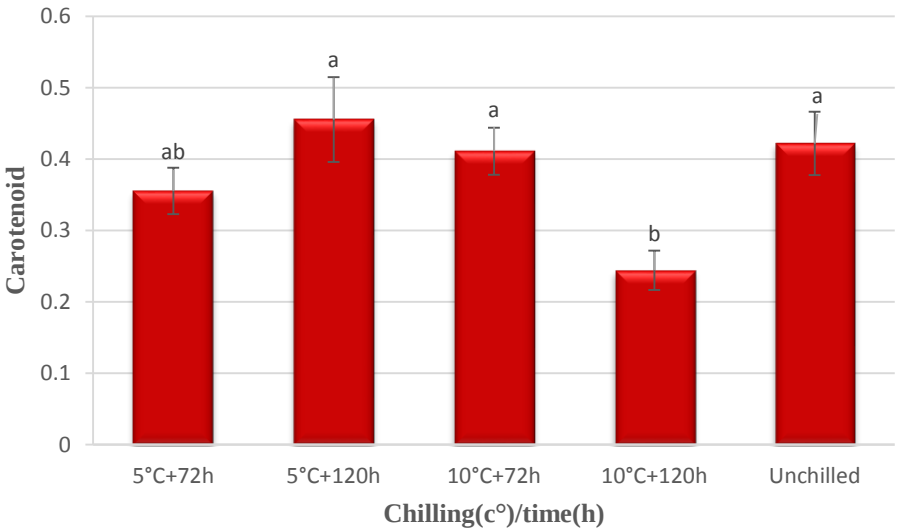
ب-۴-۴-۵- کارتنوئید

با توجه به جدول تجزیه واریانس (ب-۴-۴) نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر متقابل طیف‌نور و تیمار سرمایی بر کارتنوئید برگ گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 معنی دار نبود.

الف- تیمار سرمایی

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین کارتنوئید برگمربوط به تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



ساعت، تیمار بدون سرما و تیمار ۱۰ سرمایی سانتی‌گراد با مدت درجه ساعت و زمان ۷۲ تیمارها این تیمارها با سایر معنی‌دار اختلاف آماری در سطح پنج درصد داشتند. (شکل ۴-۴۵).

شکل ۴-۴۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف سرما بر کارتنوئید برگ

بحث:

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

کاروتنوئیدها ایزوپرنوئیدهای ۴۰ کربنی و مواد مغذی غذایی چربی دوست هستند. رنگدانه‌های فتوسنتزی مانند کلروفیل‌ها و کاروتنوئید می‌توانند فوتون‌های تابش خورشیدی را به دام بیندازند و انتقال الکترون را آغاز کنند که تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی در کلروپلاست برگ‌های فتوسنتزی را تسهیل می‌کند. کاروتنوئیدها فوتون‌ها را از ناحیه سبز-آبی جذب می‌کنند (حدود ۴۲۰ تا ۵۷۰ نانومتر). کاروتنوئیدها انرژی را به کلروفیل‌ها انتقال می دهند و در نتیجه برداشت نور فتوسنتزی را در تیلاکوئیدها افزایش می دهند. بافت‌های فتوسنتزی عمدتاً شامل بتاکاروتن، لوتئین، ویولاکسانتین و نئوگزانتین در کمپلکس برداشت‌کننده نور در تیلاکوئیدها هستند. آنتراکسانتین و زآگزانتین اجزای کلیدی چرخه زانتوفیل هستند که در پاسخ به استرس محیطی ناشی از نور زیاد و امواج گرما تجمع می یابند و از این رو به حفظ یکپارچگی عملکردی کلروپلاست ها کمک می کنند. کاروتنوئیدها در قسمت های مختلف گیاهان سنتز و انباشته می شوند. در برگ‌ها، سیس کاروتن‌ها و/یا سیگنال آپوکاروتنوئید مشتق از سیس کاروتن (ACS) می‌توانند بیوژنز، توسعه و عملکرد کلروپلاست‌ها را تغییر دهند. بافت‌های فتوسنتزی گیاهان مختلف معمولاً دارای یک ترکیب کاروتنوئیدی مشابه هستند، با این حال سنتز و تجمع کاروتنوئیدهای خاص در بافت‌های خاص متفاوت است. در بافت‌های فتوسنتزی، کاروتنوئیدها به‌عنوان رنگدانه‌های کمکی جمع‌آوری نور عمل می‌کنند و دامنه جذب نور را افزایش می‌دهند و همچنین نقش بسیار مهمی در محافظت از نور دارند. در بافت‌های غیر فتوسنتزی کاروتنوئیدها به عنوان رنگ‌کننده و پیش‌ساز ایزوپرنوئید عمل می‌کنند. رنگ نارنجی، قرمز و زرد که توسط کاروتنوئیدها در ریشه‌ها، برگ‌ها، گل‌ها و میوه‌ها سنتز می شود که مسئول رنگدانه و رنگ آمیزی میوه ها و گل ها هستندپلاستیدها بخش‌های زیر سلولی اختصاصی هستند که مسئول بیوسنتز و تجمع کاروتنوئیدها در گیاهان هستند. قرار گرفتن در معرض سرما، ژن‌های پاسخ دهنده به سرما را فعال می‌کند تا تجمع آنتی اکسیدان‌ها، از جمله کاروتنوئیدها در گیاهان را افزایش دهد. قرار گرفتن در معرض سرما باعث افزایش محتوای لوتئین و نئوگزانتین شد و به طور همزمان محتوای بتاکاروتن را در ذرت کاهش داد. جالب است بدانید که بیان بیش از حد LCYE به طور قابل توجهی باعث افزایش محتوای لوتئین برگی شده و حساسیت ناشی از سرما فتوسنتز را در آرابیدوپسیس بهبود می بخشد.

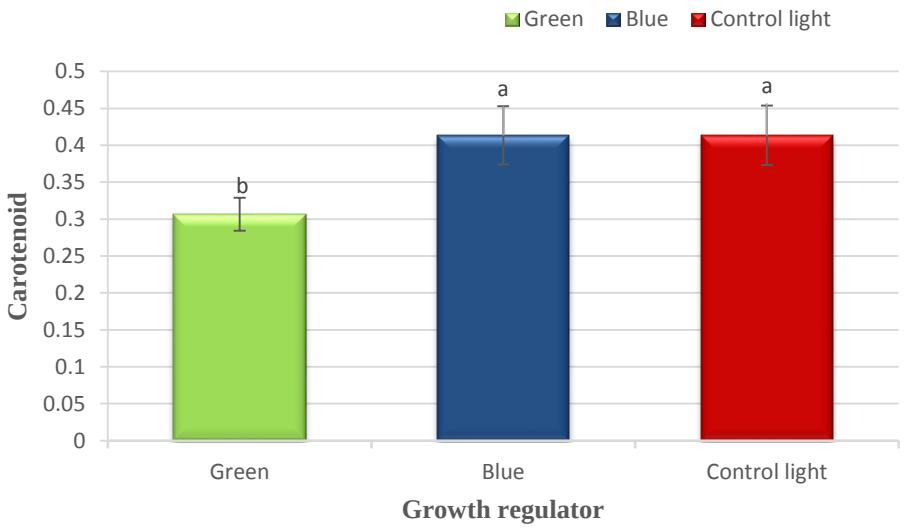
درمورد تیمار سرمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت که کمترین مقدار کارتنوئید را دارد چنین می‌شود استدلال کرد:

بارزترین اثر بیوشیمیایی قرار گرفتن در معرض سرما در گیاهان، افزایش محتوای ساکارز و اسید آبسیزیک است که سازگاری با تنش سرما را تسهیل می‌کند. گلوکز، بیوسنتز ایزوپرنوئید را کاهش داد؛ متعاقباً باعث کاهش متابولیت فوکس به بیوسنتز کاروتنوئیدی شد. دمای پایین مسیرهای تخریب کاروتنوئید را فعال می کند که منجر به بیوسنتز اسید آبسیزیک و سرکوب همزمان بیوسنتز اسید جیبرلیک می شود. به همین دلیل ممکن اسن این تیمار کمترین مقدار کارتنوئید را داشته باشد(Dhami & Cazzonelli, 2020; Swapnil et al., 2021).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

ب- طیف‌نور

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین کارتنوئید برگ مربوط به تیمار طیف‌نور آبی که اختلاف معنی دار آماری با تیمار کنترل بدون طیف‌نور ندارد و این دو تیمار اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار طیف‌نور سبز در سطح پنج درصد داشتند. (شکل ۴-۴۶).



شکل ۴-۴۶- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف طیف‌نور بر کارتنوئید برگ

بحث:

مکانیسم های فیزیولوژیکی کاروتنوئیدها در موجودات فتوسنتزی شامل دو عملکرد است. اول افزایش جذب نور در حوزه طیفی آبی (۴۲۰-۵۰۰ نانومتر) و دوم حفاظت از دستگاه فتوسنتزی در برابر تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) است، به ویژه از اکسیژن منفرد ($^1O_2$) تولید شده توسط کلروفیل‌های سه گانه برانگیخته ($^3Chl^*$). عملکرد حفاظتی شامل خنثی کردن $^3Chl^*$ و $^1O_2$ توسط مکانیسم انتقال تحریک و به دنبال آن اتلاف انرژی حرارتی است. جذب نور اضافی برای تثبیت حداکثر دی اکسید کربن (CO_2) مورد نیاز است که منجر به تولید Chl^* (حالت برانگیخته سه گانه) که یک مجموعه الکترون جفت نشده است که با O_2 واکنش می‌دهد برای تولید اکسیژن برانگیخته منفرد ($^1O_2^*$)، که به عنوان ROS شناخته می شود. این ROS عمدتاً در PSII تولید می‌شوند و در اکسیداسیون لیپیدها، پروتئین‌ها و رنگدانه‌ها توسط آسیب اکسیداتیو نوری نقش دارند، که می‌تواند منجر به مهار فوتوسنتز شود. در این فرآیند، کاروتنوئیدها به دو صورت عمل می کنند: اول خنثی کردن Chl^* (حالت برانگیختگی سه‌گانه) و دوم با حذف مستقیم حالت برانگیخته اکسیژن که با Chl^* تعامل دارد. حالت سه گانه کاروتنوئید* دارای خاصیت محافظت از نور است. انرژی حالت سه گانه کاروتنوئید* به اندازه کافی کم است تا به طور موثر حالت سه گانه $^3Chl^*$ و $^1O_2$ را خنثی کند(Swapnil et al., 2021).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

شدت و کیفیت نور می تواند شبکه‌های مولکولی و بیوشیمیایی تنظیم کننده کاروتنوژنز، برنامه‌ریزی توسعه و فنولوژی در گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد.

به دلیل اینکه کاروتنوئیدها فوتون‌ها را از ناحیه سبز-آبی جذب می‌کنند (حدود ۴۲۰ تا ۵۷۰ نانومتر). و چون ذرات نورآبی پر انرژی است برای کاهش اثرات تنش اکسیداتیو در برگ‌ها، تغییر در شدت نور باعث تبدیل آنزیمی زآگزانتین، آنتراکسانتین و ویولاکسانتین می‌شود که چرخه زانتوفیل را با حداکثر تجمع زآگزانتین در هنگام نور شدید و ویولاکسانتین در شرایط کم نور و/یا سایه حفظ می‌کند. تجمع زآگزانتین در زیر نور شدید افزایش می‌یابد که از کلروپلاست‌ها و فتوسیستم‌ها در برابر اکسیداسیون نور محافظت می‌کند. کیفیت نور همچنین بر تجمع کاروتنوئید مانند افزایش محتوای کاروتنوئید در زیر نور آبی تأثیر می گذارد. و این چرخه نور را به صورت گرما آزاد می‌کند و یکپارچگی عملکردی غشاهای تیلاکوئید و کلروپلاست‌ها را حفظ می کند و مانع ازآسیب رسیدن به فتوسیستم‌ها می‌شود(Dhami & Cazzonelli, 2020).

ب-۴-۵- خصوصیات بیوشیمیایی

خصوصیات بیوشیمیایی ارزیابی شده در گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 شامل صفات مقادیر آنتوسیانین، کربوهیدرات بود. تجزیه واریانس داده های مربوز به مقادیر آنتوسیانین و کربوهیدرات برگ نشان داد که اثر متقابل تنظیم‌کننده رشد و سرما بر این صفات در سطح یک درصد معنی دار بوده می باشد(جدول ب-۴-۵).

ب-۴-۵- جدول تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات بیوشیمیایی گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		آنتوسیانین	کربوهیدرات
طیف نور	۲	۳۶/۲۶**	۵/۳۹ns
خطای a	۶	۱/۰۹	۴/۶۷
سرما	۴	۱۷/۱۲ **	۱۰۵/۸۲**
طیف نور * سرما	۸	۲۲/۷ **	۲۸/۷۷ **
خطا	۲۴	۱/۳۳	۵/۴
ضریب تغییرات	-	۱۲/۴	۸/۹

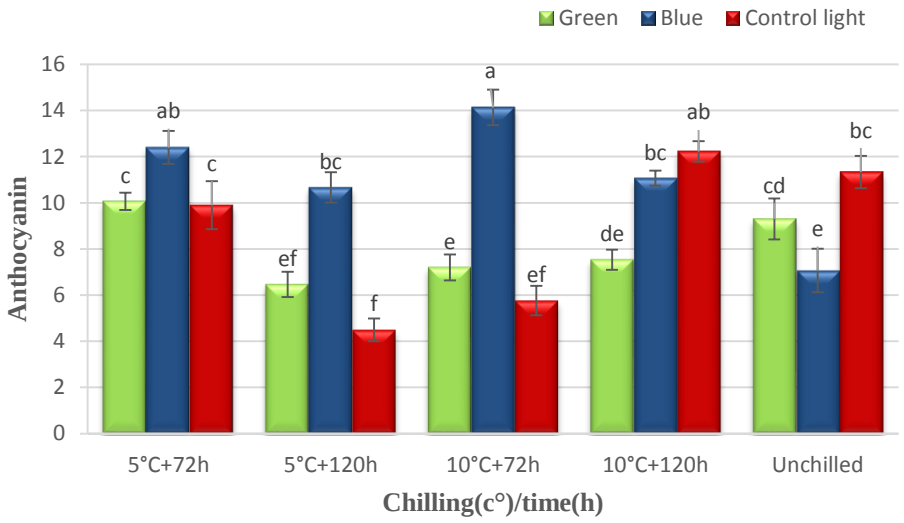
** وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد، * وجود اختلاف معنی داردر سطح پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

ب-۴-۵-۱- آنتوسیانین

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار آنتوسیانین برگ مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت با طیف‌نور آبی که اختلاف معنی‌دار آماری با تیمار سرمایی ۱۰ درجه

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۲۰ ساعت بدون طیف‌نور و تیمار سرمایی ۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت با طیف‌نور آبی نداشت. این تیمارها با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری در سطح یک درصد داشتند. (شکل ۴-۴۷).



شکل ۴-۴۷ مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر آنتوسیانین برگ

بحث:

تنظیم بیوسنتز آنتوسیانین پیچیده است و تحت تأثیر عوامل زیادی مانند ژنوتیپ، دما، نور، تغذیه و هورمون ها قرار می گیرد(Sun et al., 2017).

آنتوسیانین‌ها در گیاهان از طریق مسیر فلاونوئیدی سنتز می‌شوند که توسط چندین آنزیم کدگذاری شده توسط ژن‌های ساختاری، از جمله ژن‌های ساختاری اولیه، فنیل آلانین آمونیاک لیاز (PAL)، کالکون سنتاز (CHS)، چالکون ایزومراز (CHI) و کالکون ایزومراز (CHI) کاتالیز می‌شوند. ۳-هیدروکسیلاز (F3H) و ژن های ساختاری ثانویه، دی هیدروفاونول ۴- ردوکتاز (DFR)، آنتوسیانیدین سنتاز (ANS) و UDP-گلوکز: فاونوئید ۳-گلوکوزیل ترانسفراز (UFGT). علاوه بر این، چندین کلاس از فاکتورهای رونویسی در بیوسنتز آنتوسیانین دخیل هستند، از جمله پروتئین های R2R3 MYB، پایه-مارپیچ-حلقه-مارپیچ (bHLH) و WD(WDR). این پروتئین های تنظیمی یک کمپلکس MYB-bHLH-WDR (MBW) را تشکیل می دهند تا رونویسی ژن های ساختاری را فعال کنند. تصور می‌شود که پروتئین‌های MYB و bHLH به نواحی پروموتور پروگزیمال ژن‌های ساختاری متصل می‌شوند و WD40 به‌عنوان پلی برای تثبیت کمپلکس عمل می‌کند. عوامل زنده و غیرزنده مانند زخم، تنش، عفونت پاتوژن و نور می توانند باعث تجمع آنتوسیانین در گیاهان شوند. سیگنال های نوری برای تجمع آنتوسیانین مورد نیاز است. چندین پروتئین مهم در پایین دست این گیرنده‌های نوری قرار دارند، از جمله COP1 و HY5. COP1 یک لیگاز یوبی‌کوئیتین E3، تنظیم‌کننده

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

منفی سیگنال‌دهی نور است در شرایط نوری، COP1 از سیتوزول حذف می شود و فعالیت آن توسط گیرنده های نوری سرکوب می شود که منجر به فعال شدن فوتومورفوژنز و بیوسنتز آنتوسیانین می شود. HY5 یک فاکتور رونویسی پاسخگو به نور ضروری است که به محرک های بسیاری از ژن های مرتبط با بیوسنتز آنتوسیانین متصل می شود و رونویسی آنها را تنظیم می کند. COP1 در بیوسنتز آنتوسیانین از طریق حداقل دو مسیر تنظیمی نقش دارد. اول، COP1 به طور غیرمستقیم تجمع آنتوسیانین را با واسطه در تخریب HY5، که یک فعال کننده مستقیم ژن های MYB در آرابیدوپسیس است، سرکوب می کند.دوم، COP1 مستقیماً تخریب پروتئین‌های MYB را واسطه می‌کند و سنتز آنتوسیانین را بیشتر کاهش می‌دهد. HY5 مستقیماً به پروموترهای ژن‌های بیوسنتز آنتوسیانین متصل شده و بیان آنها را فعال می‌کند. نور آبی تجمع آنتوسیانین را از طریق یک مسیر سیگنال CRY-COP1-HY5 نسبتاً حفظ شده القا می‌کند(Shi et al., 2014).

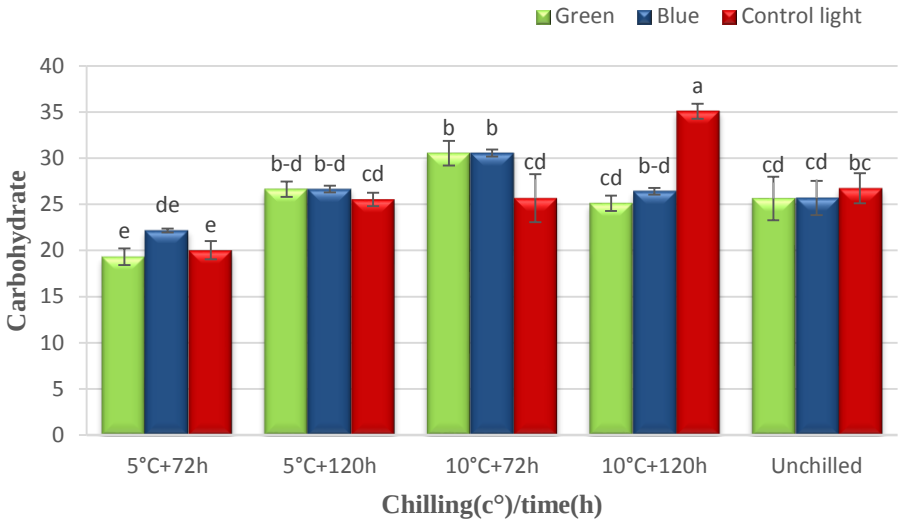
دمای پایین باعث افزایش تجمع آنتوسیانین می‌شود. در ظی تنش سرما متیل جاسمونات افزایش پیدا می‌کند. متیل جاسمونات با تأثیر بر بیان فاکتورهای رونویسی مرتبط با Myb (MdMYB9، MdMYB10، MdMYB6 و MdMYB16) باعث تجمع آنتوسیانین ها می‌شود. علاوه بر این، مطالعات نشان داده اند که MdMYB9 برای تنظیم سنتز آنتوسیانین ها به پروموتورهای ANS، ANR و LAR متصل می شود. متیل جاسمونات با هورمون های دیگر برای تنظیم سنتز آنتوسیانین گیاهی تعامل دارد. در هویج، اسید سالیسیلیک به طور قابل توجهی اثر متیل جاسمونات را بر سنتز آنتوسیانین افزایش می دهد. در سیب، اتیلن می تواند اثر متیل جاسمونات را در القای رنگ میوه افزایش دهد.اثر اسید آبسیزیک بر تجمع آنتوسیانین ها در گیاهان مختلف متفاوت بود و ممکن است به حساسیت خود ماده مرتبط باشد(Sun et al., 2017).

بنابراین تنش سرما و نور آبی هر دو با تاثیر بر ژن‌های MYB باعث تجمع آنتوسیانین می‌شوند.

ب-۴-۵-۲- کربوهیدرات محلول

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدارکربوهیدرات محلول برگ مربوط به تیمار سرمایی ۱۰درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۷۲ ساعت بدون طیف‌نور که اختلاف معنی‌دار آماری با سایر تیمارها در سطح یک درصد داشت. (شکل۴-۴۸).

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل ۴-۴۸- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف طیف نور و سرما بر کربوهیدرات محلول برگ

ب-۴-۶- خصوصیات فتوسنتزی

خصوصیات فتوسنتزی ارزیابی شده در گیاه آنتوریوم گلدانی رقم جامبو رد xl09 شامل صفت مقادیر Fv/Fm بود. تجزیه واریانس داده های مربوط (جدول ب-۵-۵) به مقادیر Fv/Fm برگ نشان داد که در مجموع اثر تیمارها و برهمکنش آن‌ها روی این صفت معنی‌دار نیست.

۴-۵- جدول تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات فتوسنتزی گیاه گلدانی آنتوریوم رقم جامبو رد XLO9

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
		Fv/Fm
طیف نور	۲	۰/۰۱۶^{ns}
خطای a	۶	۰/۰۰۳
سرما	۴	۰/۰۰۱^{ns}
طیف نور * سرما	۸	۰/۰۰۳۲ ^{ns}
خطا	۲۴	۰/۰۰۳۹
ضریب تغییرات	-	۸/۴

** وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد، * وجود اختلاف معنی داردر سطح پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۵-۱- نتیجه گیری

این پژوهش در ادامه پژوهش قبلی تقاضا محور و مبتنی بر نیاز برخی تولید کنندگان گیاه آنتوریوم در منطقه پاکدشت انجام شد.

آنتوریوم گیاهی تقریبا کند رشد است. برای دستیابی به تعداد بیشتر تعداد پاجوش تیمارهای مناسب مانند سرمادهی کوتاه مدت، تنظیم کننده های رشد و نیز طیف های نور بصورت کمکی مورد آزمایش قرار گرفت. در آزمایش اول ابتدا تنش سرمایی به صورت کوتاه مدت به گیاهان داده شد تا موجب تغییر فاز گیاه گردد. از تنظیم‌کننده‌های رشد برای تسریع رشد و تغییر مراحل فیزیولوژی گیاه استفاده شد. طبق نتایج به‌دست آمده دمای پایین بیشترین تاثیر را در تغییر فاز گیاه داشت. بیشترین وزن گل (۵۷,۴۶ گرم) در تیمارهای سرمایی مشاهده شد و همچنین این تیمارهای سرمایی بیشترین تعداد پاجوش (۶,۳۳) داشتند. ولی برهمکنش تیمار سرما با تنظیم‌کننده‌های رشد بر روی تعداد و کاهش زمان ظهور پاجوش معنی‌دار نبود. بیشترین وزن تر ریشه (۱۳۳,۹ گرم) و وزن خشک ریشه (۹,۴ گرم) مربوط به تیمارهای سرمایی بود نشان از اینکه سرما باعث افزایش تخصیص کربوهیدرات به ریشه شد ولی استفاده از تنظیم کننده‌های رشد باعث افزایش عرضه آنها به اندام هوایی شد. زیرا بیشترین رشد تعداد برگ (۴,۵۳) و رشد ارتفاع گیاه (۸,۵) مربوط به تیمار محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد جیبرلین بود و همچنین بیشترین وزن خشک ساقه (۱۳,۵) نیز مربوط به تیمار محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد بنزیل آدنین بود که بیانگر تخصیص کربوهیدرات‌های بیشتر به سمت اندام هوایی بوسیله تنظیم‌کننده‌ها می‌باشد.

در آزمایش دوم تاثیر فتومورفوژنز و فتوسنتزی سه طیف نور(شاهد، طیف‌های نور کمکی آبی و سبز) همراه با تیمارهای سرمایی برای افزایش و تسریع پاجوش دهی مورد بررسی قرار گرفت. بهترین تیمار برای افزایش پاجوش نور آبی بدون تیمار سرمایی بود و برهمکنش سرما و طیف نور معنی دار نبود. کلروفیل کل در گیاهان تحت تیمار طیف نور آبی کمتر که نشان از نور فعال فتوسنتزی بیشتر در طیف نور آبی نسبت به سایر تیمارها به گیاهان رسیده است. نسبت کلروفیل a/b و کارتنوئید بیشتر بوده در گیاهان تحت تیمار طیف نور آبی که نشان از تنش‌زا بودن این طیف نور بوده و افزایش کارتنوئید به‌دلیل حفاظت از فتوسیستم‌های نوری در برابر شدت نور بالا بوده است و همچنین افزایش نسبت کلروفیل a/b به دلیل این بوده که طیف جذبی کلروفیل b عمدتا در منطقه نور آبی بوده و از این طریق باعث کاهش آسیب نوری می‌شود. و این تنش ممکن است باعث افزایش تخصیص کربوهیدرات به سمت ریشه شده باشد. نورآبی با افزایش باز شدن روزنه‌ها باعث افزایش تثبیت دی اکسید کربن می شود در نتیجه کربوهیدرات بیشتر می‌شود. همچنین مقادیر بالاتر وزن تر و خشک و حجم ریشه در طیف نور آبی نشان از افزایش عرضه کربوهیدرات به سمت ریشه دارد. بنابراین نورآبی ممکن است به ۳ طریق باعث افزایش تعداد پاجوش شود:

۱- افزایش فتوسنتز و افزایش کربوهیدرات از طریق افزایش باز شدگی روزنه و افزایش نور فعال فتوسنتزی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۲- تنش زا بودن نور آبی به‌دلیل ذرات پر انرژی نورآبی و درنتیجه تولید هورمون‌های انتاگونیست اکسین
۳- جلوگیری از انتقال اکسین به ریشه

در نهایت می‌توان با استفاده از تیمار سرما یا طیف نور آبی را برای کاهش دوره مونوپدیال یا جوانی و تغییر فاز در گیاه پیشنهاد نمود که باعث افزایش عرضه کربوهیدرات به ریشه و مانع انتقال اکسین به ریشه و تولید پاجوش زیاد در مدت زمان کوتاه و باعث افزایش سود آوری برای تولید کننده می‌گردد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

۵-۲- پیشنهادات

بر اساس نتایج بدست آمده موارد زیر برای ادامه پژوهش در این مورد توصیه می گردد:

۱- استفاده از بازدانده های جیبرلین مانند پاکلوبوترازول و سایکوسول و هگزادیون کلسیم برای جلوگیری از عرضه کربوهیدرات به اندام هوایی

۲- استفاده از تنش‌های دیگر مثل خشکی یا دمای بالا و بررسی تاثیر آن در تغییر فاز گیاه و تولید پاجوش

۳- استفاده از تنظیم‌کننده‌های آنتاگونیست اکسین مثل براسینواستروئید یا اتیلن یا آبسزیک اسید

۴- استفاده نسبت‌های مختلف عناصر غذایی به ویژه فسفر و و پتاسیم که در ساخت و انتقال کربوهیدرات-ها نقش دارند و همچنین کلسیم که در رشد سلول و بور در تنظیم سطح اکسین نقش دارد و نیتروژن که در تنظیم سطح سیتوکینن نقش دارد

۵- انجام تیمار سرمایی در دمای بالاتر و مدت زمان طولانی تر با توجه به اینکه دمای پایین تر از ۱۶ درجه سانتی‌گراد تنش‌زا می‌باشد

۶- انجام سربرداری از جوانه‌های بالایی بدلیل کاهش تولید اکسین و انتقال آن به ریشه

۷- کاشت گیاهان در بستر کشت مختلف و بررسی اثر EC و PH بستر و محلول غذایی بر پاجوش‌دهی

۸- بررسیDLI های مختلف اثر در گلخانه و اثر آن بر پاجوش‌دهی

۹- بررسی اثر نور تکمیلی قرمز دو و قرمز

۱۰- بررسی اثر نور تکمیلی با طیف نوری ترکیبی مختلف و درصد ترکیب متفاوت

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

پیوست ها

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

پیوست ها در صورت وجود در این قسمت درج شود.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

منابع

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

عزیزپور، ف. دیانتی دیلمی، ش. ساریخانی، س.۱۴۰۰. تاثیرتنظیم کننده های رشد و سرما بر پاجوش دهی آنتوریوم گلدانی

کریم‌زاده، م. علی‌نیایی‌فر، س.۱۳۹۸. تاثیر شدت نور و غلظت‌های مختلف دی‌اکسیدکربن بر روی گونه‌های تجاری برومیلیا

Ackerman-Lavert, M., Fridman, Y., Matosevich, R., Khandal, H., Friedlander-Shani, L., Vragović, K., El, R. B., Horev, G., Tarkowská, D., & Efroni, I. (2021). Auxin requirements for a meristematic state in roots depend on a dual brassinosteroid function. *Current biology, 31*(20), 4462-4472. e4466 .

Ackerman-Lavert, M., & Savaldi-Goldstein, S. (2020). Growth models from a brassinosteroid perspective. *Current opinion in plant biology, 53*, 90-97 .

Adam, S., & Murthy, S. (2014). Effect of cold stress on photosynthesis of plants and possible protection mechanisms. In *Approaches to plant stress and their management* (pp. 219-226). Springer .

Argueso, C. T., Ferreira, F. J., & Kieber, J. J. (2009). Environmental perception avenues: the interaction of cytokinin and environmental response pathways. *Plant, cell & environment, 32*(9), 1147-1160 .

Arnon, A. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy journal, 23*(1), 112-121 .

Arshad, M., & Frankenberger Jr, W. T. (1997). Plant growth-regulating substances in the rhizosphere: microbial production and functions. *Advances in agronomy, 62*, 45-151 .

Badowiec, A., & Weidner, S. (2014). Proteomic changes in the roots of germinating Phaseolus vulgaris seeds in response to chilling stress and post-stress recovery. *Journal of plant physiology, 171*(6), 389-398 .

Bajguz, A., & Hayat, S. (2009). Effects of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses. *Plant Physiology and Biochemistry, 47*(1), 1-8 .

Baninasab, B. (2009). Amelioration of chilling stress by paclobutrazol in watermelon seedlings. *Scientia Horticulturae, 121*(2), 144-148 .

Batschauer, A. (1998). Photoreceptors of higher plants. *Planta, 206*(4), 479-492 .

Beneragama, C., & Goto, K. (2010). Chlorophyll a: b ratio increases under low-light inshade-tolerant'Euglena gracilis .

Bordoloi, S., & Talukdar, M. C. (2019). Effect of GA3 and biofertilizer on growth and yield parameters of anthurium (Anthurium andreanum lindex ex andre) cv. tropical in soilless culture. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 8*(7), 1157-1165 .

Bottini, R., Cassán, F., & Piccoli, P. (2004). Gibberellin production by bacteria and its involvement in plant growth promotion and yield increase. *Applied microbiology and biotechnology, 65*(5), 497-503 .

Boutigny, A.-L., Dohin, N., Pornin, D., & Rolland, M. (2020). Overview and detectability of the genetic modifications in ornamental plants. *Horticulture Research, 7* .

Bula, R. J., Morrow, R. C., Tibbitts, T., Barta, D., Ignatius ,R., & Martin, T. (1991). Light-emitting diodes as a radiation source for plants. *HortScience, 26*(2), 203-205 .

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

Canamero, R. C., Bakrim, N., Bouly, J.-P., Garay, A., Dudkin, E. E., Habricot, Y., & Ahmad, M. (2006). Cryptochrome photoreceptors cry1 and cry2 antagonistically regulate primary root elongation in Arabidopsis thaliana. *Planta, 224*(5), 995-1003 .

Cardona, T., Shao, S., & Nixon, P. J. (2018). Enhancing photosynthesis in plants: the light reactions. *Essays in biochemistry, 62*(1), 85-94 .

Chaiwanon, J., Wang, W., Zhu, J.-Y., Oh, E., & Wang, Z.-Y. (2016). Information integration and communication in plant growth regulation. *Cell, 164*(6), 1257-1268 .

Chen, L., Tarin, M. W. K., Huo, H., Zheng, Y., & Chen, J. (2021). Photosynthetic Responses of Anthurium×'Red'under Different Light Conditions. *Plants, 10*(5), 857 .

Cheng, F., Liu, Y.-F., Lu, G.-Y., Zhang, X.-K., Xie, L.-L., Yuan, C.-F., & Xu, B.-B. (2016). Graphene oxide modulates root growth of Brassica napus L. and regulates ABA and IAA concentration. *Journal of plant physiology, 193*, 57-63 .

Cosgrove, D. J. (1994). Photomodulation of growth. In *Photomorphogenesis in plants* (pp. 631-658). Springer .

Costa, M. L., Civello, P. M., Chaves, A. R., & Martínez, G. A. (2005). Effect of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during post-harvest senescence of broccoli (Brassica oleracea L.) at 20 C. *Postharvest Biology and Technology, 35*(2), 191-199 .

Croat, T. B. (1983). A revision of the genus Anthurium (Araceae) of Mexico and Central America. Part I: Mexico and middle America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 211-416 .

Crosatti, C., Polverino de Laureto, P., Bassi, R., & Cattivelli, L. (1999). The interaction between cold and light controls the expression of the cold-regulated barley gene cor14b and the accumulation of the corresponding protein. *Plant Physiology, 119*(2), 671-680 .

da Silva, J. A. T., Dobránszki, J., Winarto, B., & Zeng, S. (2015). Anthurium in vitro :a review. *Scientia Horticulturae, 186*, 266-298 .

Daffalla, H. H., Abdellatef, E., Elhadi, E. A., & Khalafalla, M. M. (2011). Effect of growth regulators on in vitro morphogenic response of Boscia senegalensis (Pers.) Lam. Poir. using mature zygotic embryos explants. *Biotechnology research international, 2011* .

Das, P. K., Shin, D. H., Choi, S.-B., Yoo, S.-D., Choi, G., & Park, Y.-I. (2012). Cytokinins enhance sugar-induced anthocyanin biosynthesis in Arabidopsis. *Molecules and cells, 34*(1), 93-101 .

De Groot, C. C., Marcelis, L. F., van den Boogaard, R., Kaiser, W. M., & Lambers, H. (2003). Interaction of nitrogen and phosphorus nutrition in determining growth. *Plant and Soil, 248*(1), 257-268 .

Debi, B. R., Taketa, S., & Ichii, M. (2005). Cytokinin inhibits lateral root initiation but stimulates lateral root elongation in rice (Oryza sativa). *Journal of plant physiology, 162*(5), 507-515 .

Depuydt, S., & Hardtke, C. S. (2011). Hormone signalling crosstalk in plant growth regulation. *Current biology, 2*1(9), R365-R373 .

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

Dhami, N., & Cazzonelli, C. I. (2020). Environmental impacts on carotenoid metabolism in leaves. *Plant growth regulation, 92*(3), 455-477 .

Dufour, L., & Guérin, V. (2003). Growth, developmental features and flower production of Anthurium andreanum Lind. in tropical conditions. *Scientia Horticulturae, 98*(1), 25-35 .

Dugardeyn, J., Vandenbussche, F., & Van Der Straeten, D. (2008). To grow or not to grow: what can we learn on ethylene–gibberellin cross-talk by in silico gene expression analysis? *Journal of experimental botany, 59*(1), 1-16 .

Eckstein, K., & Robinson, J. (1999). The influence of the mother plant on sucker growth, development and photosynthesis in banana (Musa AAA; Dwarf Cavendish). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 74*(3), 347-350 .

ELIASSON, L. (1971). Growth regulators in Populus tremula: III. Variation of auxin and inhibitor level in roots in relation to root sucker formation. *Physiologia Plantarum, 25*(1), 118-121 .

Ende, W. V. d., & Peshev, D.(2013) .Sugars as antioxidants in plants. In *Crop improvement under adverse conditions* (pp. 285-307). Springer .

Eremina, M., Rozhon, W., & Poppenberger, B. (2016). Hormonal control of cold stress responses in plants. *Cellular and molecular life sciences* ,73(4), 797-810.

Evelyn, S., Farrell, A. D., Elibox, W., De Abreu, K., & Umaharan, P. (2020). The impact of light on vase life in (Anthurium andraeanum Hort.) cut flowers. *Postharvest Biology and Technology, 159*, 110984 .

Fageria, N. K., & Moreira, A. **.**(2011) .The role of mineral nutrition on root growth of crop plants. *Advances in agronomy, 110*, 251-331 .

Fan, X.-X., Xu, Z.-G., Liu, X.-Y., Tang, C.-M., Wang, L.-W., & Han, X.-l. (2013). Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. *Scientia Horticulturae, 153*, 50-55 .

Fan, X., Zang, J., Xu, Z., Guo, S., Jiao, X., Liu, X., & Gao, Y. (2013). Effects of different light quality on growth, chlorophyll concentration and chlorophyll biosynthesis precursors of non-heading Chinese cabbage (Brassica campestris L.). *Acta Physiologiae Plantarum, 35*(9), 2721-2726 .

Faust, J. E., Holcombe, V., Rajapakse, N. C., & Layne, D. R. (2005). The effect of daily light integral on bedding plant growth and flowering. *HortScience, 40*(3), 645-649 .

Frey, B. R., Lieffers, V. J., Landhäusser, S. M., Comeau, P. G., & Greenway, K. J. (2003). An analysis of sucker regeneration of trembling aspen. *Canadian Journal of Forest Research, 33*(7), 1169-1179 .

Gagné, S., Cluzet, S., Mérillon, J.-M., & Gény, L. (2011). ABA initiates anthocyanin production in grape cell cultures. *Journal of Plant Growth Regulation, 30*(1), 1-10 .

Gorni, P. H., Pacheco, A. C., Moro, A. L., Silva, J. F. A., Moreli, R. R ,.de Miranda, G. R., Pelegrini, J. M., Spera, K. D., Junior, J. L. B., & da Silva, R. M. G. (2020). Salicylic acid foliar application

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

increases biomass, nutrient assimilation, primary metabolites and essential oil content in Achillea millefolium L. *Scientia Horticulturae, 270*, 109436 .

Hajihashemi, S., Noedoost, F., Geuns, J. M., Djalovic, I., & Siddique, K. H. (2018). Effect of cold stress on photosynthetic traits, carbohydrates, morphology, and anatomy in nine cultivars of Stevia rebaudiana. *Frontiers in Plant Science, 9*, 1430 .

Han, Y., Chen, C., Yan, Z., Li, J., & Wang, Y. (2019). The methyl jasmonate accelerates the strawberry fruits ripening process. *Scientia Horticulturae, 249*, 250-256 .

Harper, A. L., von Gesjen, S. E., Linford, A. S., Peterson ,M. P., Faircloth, R. S., Thissen, M. M., & Brusslan, J. A. (2004). Chlorophyllide a oxygenase mRNA and protein levels correlate with the chlorophyll a/b ratio in Arabidopsis thaliana. *Photosynthesis Research, 79*(2), 149-159 .

Hense, A., Herman, E., Oldemeyer, S., & Kottke, T. (2015). Proton transfer to flavin stabilizes the signaling state of the blue light receptor plant cryptochrome. *Journal of Biological Chemistry, 290*(3), 1743-1751 .

Henselová, M., Slováková, Ľ., Martinka, M., & Zahoranová, A. (2012). Growth, anatomy and enzyme activity changes in maize roots induced by treatment of seeds with low-temperature plasma. *Biologia, 67*(3), 490-497 .

Hermans, C., Hammond, J. P., White, P. J., & Verbruggen, N. (2006). How do plants respond to nutrient shortage by biomass allocation? *Trends in plant science, 11*(12), 610-617 .

Hou, J.-l., Li, W.-d., Zheng, Q.-y., Wang, W.-q., Xiao, B., & Xing, D. (2010). Effect of low light intensity on growth and accumulation of secondary metabolites in roots of Glycyrrhiza uralensis Fisch. *Biochemical Systematics and Ecology, 38*(2), 160-168 .

Howell, S. H., Lall, S., & Che, P. (2003). Cytokinins and shoot development. *Trends in plant science, 8*(9), 453-459 .

Immanen, J., Nieminen, K., Smolander, O.-P., Kojima, M., Serra ,J. A., Koskinen, P., Zhang, J., Elo, A., Mähönen, A. P., & Street, N. (2016). Cytokinin and auxin display distinct but interconnected distribution and signaling profiles to stimulate cambial activity. *Current biology, 26*(15), 1990-1997 .

Jacob-Wilk, D ,.Holland, D., Goldschmidt, E. E., Riov, J., & Eyal, Y. (1999). Chlorophyll breakdown by chlorophyllase: isolation and functional expression of the Chlase1 gene from ethylene-treated Citrus fruit and its regulation during development. *The Plant Journal*, 20(6), 653-661.

Jeon, J., Cho, C., Lee, M. R., Van Binh, N., & Kim, J. (2016). CYTOKININ RESPONSE FACTOR2 (CRF2) and CRF3 regulate lateral root development in response to cold stress in Arabidopsis. *The Plant Cell, 28*(8), 1828-1843 .

Ji, X.-H., Wang, Y.-T., Zhang, R., Wu, S.-J., An, M.-M., Li, M., Wang, C.-Z., Chen, X.-L., Zhang, Y.-M., & Chen, X.-S. (2015). Effect of auxin, cytokinin and nitrogen on anthocyanin biosynthesis in callus cultures of red-fleshed apple (Malus sieversii f. niedzwetzkyana). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 120*(1), 325-337 .

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

Jiang, B., Shi, Y., Peng, Y., Jia, Y., Yan, Y., Dong, X., Li, H., Dong, J., Li, J., & Gong, Z. (2020). Cold-induced CBF–PIF3 interaction enhances freezing tolerance by stabilizing the phyB thermosensor in Arabidopsis. *Molecular plant, 13*(6), 894-906 .

Johkan, M., Shoji, K., Goto, F., Hahida, S.-N., & Yoshihara, T. (2012). Effect of green light wavelength and intensity on photomorphogenesis and photosynthesis in Lactuca sativa. *Environmental and Experimental Botany, 75*, 128-133 .

Johkan, M., Shoji, K., Goto, F., Hashida, S.-n., & Yoshihara, T. (2010). Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. *HortScience, 45*(12), 1809-1814 .

Jurczyk, B., Rapacz, M., Budzisz, K., Barcik, W., & Sasal, M. (2012). The effects of cold, light and time of day during low-temperature shift on the expression of CBF6, FpCor14b and LOS2 in Festuca pratensis. *Plant science, 183*,143-148 .

Kaiser, E., Weerheim, K., Schipper, R., & Dieleman, J. A. (2019). Partial replacement of red and blue by green light increases biomass and yield in tomato. *Scientia Horticulturae, 249*, 271-279 .

Kalaji, M. H., Goltsev, V. N., Żuk-Golaszewska ,K., Zivcak, M., & Brestic, M. (2017). *Chlorophyll Fluorescence Understanding Crop: Performance–Basics and Applications*. CRC Press .

Keuskamp, D. H., Sasidharan, R., Vos, I., Peeters, A. J., Voesenek, L. A., & Pierik, R. (2011). Blue-light-mediated shade avoidance requires combined auxin and brassinosteroid action in Arabidopsis seedlings. *The Plant Journal, 67*(2), 208-217 .

Kim, K.-N., Lee, J.-S., Han, H., Ah Choi, S., Joo Go, S., & Sun Yoon, I. (2003). Isolation and characterization of a novel rice Ca2-+regulated protein kinase gene involved in responses to diverse signals including cold, light, cytokinins, sugars and salts. *Plant molecular biology, 52*(6), 1191-1202 .

Klimešová, J., Herben, T., & Martínková, J. (2017). Disturbance is an important factor in the evolution and distribution of root-sprouting species. *Evolutionary Ecology, 31*(3), 387-399 .

Kozłowska, M., Rybus-Zając, M., Stachowiak, J., & Janowska, B. (2007). Changes in carbohydrate contents of Zantedeschia leaves under gibberellin-stimulated flowering. *Acta Physiologiae Plantarum, 29*(1), 27-32 .

Kuehnle, A., Chen, F.-C., & Sugii, N. (2001). Transgenic anthurium. In *Transgenic Crops III* (pp. 3-15). Springer .

Kumar, N., Gupta, S., & Tripathi, A. (2006). Gender-specific responses of Piper betle L. to low temperature stress: changes in chlorophyllase activity. *Biologia plantarum, 50*(4), 705-708 .

Kumar, P., Singh, P., Bhardwaj, A., & Kumar, R. (2019). Effect of foliar spray of primary nutrients and their frequency on anthurium (Anthurium andreanum L.) var. Xavia under protected condition. *Current Journal of Applied Science and Technology, 38*(6), 1-7 .

Lantzouni, O., Alkofer, A., Falter-Braun, P., & Schwechheimer, C. (2020). GROWTH-REGULATING FACTORS interact with DELLAs and regulate growth in cold stress. *The Plant Cell, 32*(4), 1018-1034 .

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

Larqué-Saavedra, A., & Martin-Mex, R. (2007). Effects of salicylic acid on the bioproductivity of plants. In *Salicylic acid: A plant hormone* (pp. 15-23). Springer .

Li, K.-L., Bai, X., Li, Y., Cai ,H., Ji, W., Tang, L.-L., Wen, Y.-D., & Zhu, Y.-M. (2011). GsGASA1 mediated root growth inhibition in response to chronic cold stress is marked by the accumulation of DELLAs. *Journal of plant physiology, 168*(18), 2153-2160 .

Li, T., Heuvelink, E., Van Noort, F., Kromdijk, J., & Marcelis, L. (2014). Responses of two Anthurium cultivars to high daily integrals of diffuse light. *Scientia Horticulturae, 179*, 306-313 .

Lima, J. D., Ansante, N. F., Nomura, E. S., Fuzitani, E. J., & Silva, S. H. M.-G. d. (2014). Growth and yield of anthurium in response to gibberellic acid. *Ciência Rural, 44*, 1327-1333 .

Lin, C. (2000). Plant blue-light receptors. *Trends in plant science, 5*(8), 337-342 .

Lin, C., Ahmad, M., & Cashmore, A. R. (1996). Arabidopsis cryptochrome 1 is a soluble protein mediating blue light-dependent regulation of plant growth and development. *The Plant Journal, 10*(5), 893-902 .

Liu, W., Yu, K., He, T., Li, F., Zhang, D., & Liu, J. (2013). The low temperature induced physiological responses of Avena nuda L., a cold-tolerant plant species. *The Scientific World Journal, 2013* .

Malhotra, H., Sharma, S., & Pandey, R. (2018). Phosphorus nutrition: plant growth in response to deficiency and excess. In *Plant nutrients and abiotic stress tolerance* (pp. 17 .(۱۹۰-۱Springer .

Marchetti, C. F., Škrabišová, M., Galuszka, P., Novák, O., & Causin, H. F. (2018). Blue light suppression alters cytokinin homeostasis in wheat leaves senescing under shading stress. *Plant Physiology and Biochemistry, 130*, 647-657 .

Matsumoto-Kitano, M., Kusumoto, T., Tarkowski, P., Kinoshita-Tsujimura, K., Václavíková, K., Miyawaki, K., & Kakimoto, T. (2008). Cytokinins are central regulators of cambial activity. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 105*(50), 20027-20031 .

Matsumoto, T., & Kuehnle, A. (1997). Micropropagation of Anthurium. In *High-Tech and Micropropagation VI* (pp. 14-29). Springer .

McAdam, S. A., Brodribb, T. J., & Ross, J. J. (2016). Shoot-derived abscisic acid promotes root growth. *Plant, cell & environment, 39*(3), 652-659 .

Meng, F.-Z., Hu, L.-P., Wang, S.-H., Sui, X.-L., Wei, L., Wei, Y.-X., Sun, J.-L., & Zhang, Z.-X. (2008). Effects of exogenous abscisic acid (ABA) on cucumber seedling leaf carbohydrate metabolism under low temperature. *Plant growth regulation, 56*(3), 233-244 .

Moon, J., Suh, S. S., Lee, H., Choi, K. R., Hong, C. B., Paek, N. C., Kim, S. G., & Lee, I. (2003). The SOC1 MADS-box gene integrates vernalization and gibberellin signals for flowering in Arabidopsis. *The Plant Journal, 3* .۶۲۳-۶۱۳ ,(۵)۵

Muraleedharan, A., Sha, K., Sujin, G. S., Karthikeyan, P., Kumar, C. P. S., Joshi, J., & Nainu, A. (2020). GROWTH REGULATOR EFFECTS ON THE DEVELOPMENT AND YIELD OF ANTHURIUM ANDREANUM PLANTS CV. TROPICAL. *Plant Archives, 20*(2), 4183-4186 .

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

Nihad, K., Berwal, M. K., Hebbar, K. B., Bhat, R., Haris, A. A., & Ramesh, S. (2019). Photochemical and biochemical responses of heliconia (Heliconia stricta 'Iris') to different light intensities in a humid coastal environment. *Horticulture, Environment, and Biotechnology, 60*(6), 799-808 .

Niu, J., Leng, Q., Li, G., Huang, S., Xu, S., & Lin, X. (2021). 'Victory Flag': A New Cut Anthurium Cultivar. *HortScience, 56*(4), 513-514 .

Ohtake, N., Ishikura, M., Suzuki, H., Yamori, W., & Goto, E. (2018). Continuous irradiation with alternating red and blue light enhances plant growth while keeping nutritional quality in lettuce. *HortScience, 53*(12), 1804-1809 .

Okamoto, K., Yanagi, T., Takita, S., Tanaka, M., Higuchi, T., Ushida, Y., & Watanabe, H. (1996). Development of plant growth apparatus using blue and red LED as artificial light source. International Symposium on Plant Production in Closed Ecosystems 440 ,

Olango, T. M. (2020). Research Article Interactive Effect of Solar UV-B Radiation and Planting Density on Sucker Development and Physiology of Enset (Ensete ventricosum) Variety-Entada .

Paredes, M., & Quiles, M. J. (2015). The effects of cold stress on photosynthesis in Hibiscus plants. *PLoS One, 10*(9), e0137472 .

Poli, L. P., Temponi, L. G & ,.Coan, A. I. (2012). Anatomical aspects of the gynoecium of species of Anthurium sect. Urospadix Engl.(Araceae, Alismatales). *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 207*(8), 615-621 .

Reddy, P. P. (2016). *Sustainable crop protection under protected cultivation*. Springer .

Reich, P. B., Luo, Y., Bradford, J. B., Poorter, H., Perry, C. H., & Oleksyn, J. (2014). Temperature drives global patterns in forest biomass distribution in leaves, stems, and roots. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 111*(38), 13721-13726 .

Rochaix, J.-D. (2011). Regulation of photosynthetic electron transport. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics, 1807*(3), 375-383 .

Romera-Branchat, M., Andrés, F., & Coupland, G. (2014). Flowering responses to seasonal cues: what's new? *Current opinion in plant biology, 21*, 120-127 .

Santner, A., Calderon-Villalobos, L. I. A., & Estelle, M. (2009). Plant hormones are versatile chemical regulators of plant growth. *Nature chemical biology, 5*(5), 301-307 .

Schwerdtfeger, M., Gerlach, G., & Kaiser, R. (2002). Anthecology in the neotropical genus Anthurium (Araceae): a preliminary report. *Selbyana*, 258-267 .

Sedaghathoor, S., Kojeidi, M. I., & Poormassalegoo, A. (2017). Study on the effect of brassinolide and salicylic acid on vegetative and physiological traits of Aloe maculata All. in different substrates in a pot experiment. *Journal of applied research on medicinal and aromatic plants, 6*, 111-118 .

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

Seemanthini, N., Chandrashekar, S., Naik, B. H., Shivaprasad, M., & Ganapathi, M. (2018). Enhancement of Suckering Behaviour of Anthurium andreanum L. var. Tropical under Naturally Ventilated Polyhouse. *Journal homepage:* [redacted] *.ijcmas. com, 7*(04), 2018 .

Seo, E., Lee, H., Jeon, J., Park, H., Kim, J., Noh, Y.-S., & Lee, I. (2009). Crosstalk between cold response and flowering in Arabidopsis is mediated through the flowering-time gene SOC1 and its upstream negative regulator FLC .*The Plant Cell, 21*(10), 3185-3197 .

Sharifuzzaman, S., Ara, K., Rahman, M., Kabir, K., & Talukdar, M. (2011). Effect of GA3, CCC and MH on vegetative growth, flower yield and quality of chrysanthemum. *Int. J. Expt. Agric, 2*(1), 17-20 .

Sharp, R. E & ,.LeNoble, M. E. (2002). ABA, ethylene and the control of shoot and root growth under water stress. *Journal of experimental botany, 53*(366), 33-37 .

Shi, L., Cao, S., Chen, W., & Yang, Z. (2014). Blue light induced anthocyanin accumulation and expression of associated genes in Chinese bayberry fruit. *Scientia Horticulturae, 179*, 98-102 .

Shibasaki, K., Uemura, M., Tsurumi, S., & Rahman, A. (2009). Auxin response in Arabidopsis under cold stress: underlying molecular mechanisms. *The Plant Cell, 21*(12), 3823-3838.

Shin, K. S., Murthy, H. N., Heo, J. W., Hahn, E. J., & Paek, K. Y. (2008). The effect of light quality on the growth and development of in vitro cultured Doritaenopsis plants. *Acta Physiologiae Plantarum, 30*(3), 339-343 .

Soleimanipour, A., Chegini, G. R., Massah, J., & Zarafshan, P. (2019). A novel image processing framework to detect geometrical features of horticultural crops: case study of Anthurium flowers. *Scientia Horticulturae, 243*, 414-420 .

Song, Y., Shang, W., Ma, D., Wang, Z., He ,S., Shi, L., Shen, Y., He, D., Wang, E., & Wang, X. (2022). Effect on the Growth and Photosynthetic Characteristics of Anthurium andreanum ('Pink Champion','Alabama') under Hydroponic Culture by Different LED Light Spectra. *Horticulturae, 8*(5), 389 .

Soumen, M., & Nilimesh, R. (2014). Effect of gibberellin and cytokinin on sucker production and flowering of anthurium (Anthurium andraeanum Lind.) cv. Nitta in the Plains of West Bengal. *Int. J. Bioinformatics & Biol. Sci, 2*(1&2), 41-53 .

Sterrett, J. P & ,.Chappell, W. (1967). The effect of auxin on suckering in black locust. *Weeds, 15*(4), 323-326 .

Strasser, R. J., Srivastava, A., & Tsimilli-Michael, M. (2000). The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples. *Probing photosynthesis: mechanisms, regulation and adaptation*, 445-483 .

Sun, J., Wang, Y., Chen, X., Gong, X., Wang, N., Ma, L., Qiu, Y., Wang, Y., & Feng, S. (2017). Effects of methyl jasmonate and abscisic acid on anthocyanin biosynthesis in callus cultures of red-fleshed apple (Malus sieversii f. niedzwetzkyana). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 130*(2), 227-237 .

Sun, T.-p. (2010). Gibberellin signal transduction in stem elongation & leaf growth. In *Plant hormones* (pp. 308-328). Springer .

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

Sun, X., Yuan, Z., Wang, B., Zheng, L., & Tan, J. (2021). Exogenous putrescine activates the arginine-polyamine pathway and inhibits the decomposition of endogenous polyamine in Anthurium andraeanum under chilling stress. *Scientia Horticulturae, 282*, 110047.

Swapnil, P., Meena, M., Singh, S. K., Dhuldhaj, U. P., & Marwal, A. (2021). Vital roles of carotenoids in plants and humans to deteriorate stress with its structure, biosynthesis, metabolic engineering and functional aspects. *Current Plant Biology*,26, 100203.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development*. Sinauer Associates Incorporated .

Tanaka, A., & Tanaka, R. (2006). Chlorophyll metabolism. *Current opinion in plant biology, 9*(3), 248-255 .

Tanaka ,R., & Tanaka, A. (2011). Chlorophyll cycle regulates the construction and destruction of the light-harvesting complexes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics, 1807*(8), 968-976 .

Thompson, A. J., Andrews, J., Mulholland, B. J., McKee, J. M ,.Hilton, H. W., Horridge, J. S., Farquhar, G. D., Smeeton, R. C., Smillie, I. R., & Black, C. R. (2007). Overproduction of abscisic acid in tomato increases transpiration efficiency and root hydraulic conductivity and influences leaf expansion. *Plant Physiology, 143*(4), 1905-1917 .

Trojak, M., Skowron, E., Sobala, T., Kocurek, M., & Pałyga, J. (2022). Effects of partial replacement of red by green light in the growth spectrum on photomorphogenesis and photosynthesis in tomato plants. *Photosynthesis Research, 151*(3), 295-312 .

Turner, D. W., Fortescue, J. A., Ocimati, W., & Blomme, G. (2016). Plantain cultivars (Musa spp. AAB) grown at different altitudes demonstrate cool temperature and photoperiod responses relevant to genetic improvement. *Field Crops Research, 194*, 103-111 .

Tyburski, J., & Tretyn, A. (2004). The role of light and polar auxin transport in root regeneration from hypocotyls of tomato seedling cuttings. *Plant growth regulation, 42*(1), 39-48 .

Ubeda-Tomás, S., Swarup, R., Coates, J., Swarup, K., Laplaze, L., Beemster, G. T., Hedden, P., Bhalerao, R., & Bennett, M. J. (2008). Root growth in Arabidopsis requires gibberellin/DELLA signalling in the endodermis. *Nature cell biology, 10*(5), 625-628 .

Vandoorne, B., Mathieu, A.-S., Van den Ende, W., Vergauwen, R., Périlleux, C., Javaux, M., & Lutts, S. (2012). Water stress drastically reduces root growth and inulin yield in Cichorium intybus (var. sativum) independently of photosynthesis. *Journal of experimental botany, 63*(12), 4359-4373 .

Vargas, J., Consiglio, T., Jørgensen, P., & Croat, T. (2004). Modelling distribution patterns in a species-rich plant genus, Anthurium (Araceae), in Ecuador. *Diversity and Distributions, 10*(3), 211-216 .

Wagner, G. J. (1979). Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanin in protoplasts. *Plant Physiology, 64*(1), 88-93 .

Wan, X., Landhäusser, S. M., Lieffers, V. J., & Zwiazek, J. J. (2006). Signals controlling root suckering and adventitious shoot formation in aspen (Populus tremuloides). *Tree Physiology, 26*(5), 681-687 .

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

Wang, X., Luo, J. F., Liu, R., Liu, X., & Jiang, J. (2023). Gibberellins regulate root growth by antagonizing the jasmonate pathway in tomato plants in response to potassium deficiency. *Scientia Horticulturae, 309*, 111693 .

Wang, Y., & Folta, K. M. (2013). Contributions of green light to plant growth and development. *American Journal of Botany, 100*(1), 70-78 .

Wei, Z., & Li, J. (2016). Brassinosteroids regulate root growth, development, and symbiosis. *Molecular plant, 9*(1), 86-100 .

Wu, L., & Yang, H.-Q. (2010). CRYPTOCHROME 1 is implicated in promoting R protein-mediated plant resistance to Pseudomonas syringae in Arabidopsis. *Molecular plant, 3*(3), 539-548 .

Xu, Y., Liang, Y & ,.Yang, M. (2019). Effects of composite LED light on root growth and antioxidant capacity of Cunninghamia lanceolata tissue culture seedlings. *Scientific reports, 9*(1), 1-9 .

Xue-Xuan, X., Hong-Bo, S., Yuan-Yuan, M., Gang, X., Jun-Na, S., Dong-Gang, G & ,.Cheng-Jiang, R. (2010). Biotechnological implications from abscisic acid (ABA) roles in cold stress and leaf senescence as an important signal for improving plant sustainable survival under abiotic-stressed conditions. *Critical reviews in biotechnology*,30(3), 222-230.

Yadav, S. K. (2010). Cold stress tolerance mechanisms in plants. A review. *Agronomy for sustainable development, 30*(3), 515-527 .

Yao, X., Li, C., Li, S., Zhu, Q., Zhang, H., Wang, H., Yu, C., St Martin, S. K., & Xie, F. (2017). Effect of shade on leaf photosynthetic capacity, light-intercepting, electron transfer and energy distribution of soybeans. *Plant growth regulation, 83*(3), 409-416 .

Yousef, A. F., Ali, M. M., Rizwan, H. M., Ahmed, M. A., Ali, W. M., Kalaji, H. M., Elsheery, N ,.Wróbel, J., Xu, Y., & Chen, F. (2021). Effects of light spectrum on morpho-physiological traits of grafted tomato seedlings. *PLoS One, 16*(5), e0250210 .

Zeiger, E. (1984). Blue light and stomatal function. *Blue light effects in biological systems*, 484 .۴۹۴-

Zhai, S., Cai, W., Xiang, Z.-X., Chen, C.-Y., Lu, Y.-T., & Yuan, T.-T. (2021). PIN3-mediated auxin transport contributes to blue light-induced adventitious root formation in Arabidopsis. *Plant science, 312*, 111044 .

Zhang, Y., Butelli, E., & Martin, C. (2014). Engineering anthocyanin biosynthesis in plants. *Current opinion in plant biology, 19*, 81-90 .

Zhang, Y., Liu, Z., Wang, X., Wang, J., Fan, K., Li, Z., & Lin, W. (2018). DELLA proteins negatively regulate dark-induced senescence and chlorophyll degradation in Arabidopsis through interaction with the transcription factor WRKY6. *Plant cell reports, 37*(7), 981-992 .

Zotz, G., Kappert, N., Müller, L. L., & Wagner, K. (2020). Temperature dependence of germination and growth in Anthurium (Araceae .(*Plant Biology, 22*(2), 184-190 .

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

Zwack, P. J., & Rashotte, A. M. (2015). Interactions between cytokinin signalling and abiotic stress responses. *Journal of experimental botany*, *66*(16), 4863-4871 .

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

Abstract

Anthurium (Anthurium) is an ornamental plant with commercial value, which has increased the attention of growers to this sector with the increasing demand of domestic and global markets. In this research, we designed two experiments in order to reduce the disadvantages of anthurium propagation through cuttings, including the long propagation time and the low number of cuttings at a given time from the mother plant. In the first experiment, growth regulator treatment at three levels (control, gibberellin 300 ppm, benzyl adenine 750 ppm) was performed on plants that were subjected to cold stress treatment at five levels (control, 5 degrees Celsius for 72 and 120 hours). and 10°C for 72 and 120 hours). In this experiment, the highest number of panicles (6.33), flower weight and lowest number of leaves were observed in plants that were subjected to cold treatment at 5°C for 72 hours and were not sprayed with growth regulator. The highest number of leaves and the height of the plant were related to the foliar treatment with gibberellin and without cold. The highest root fresh weight and soluble carbohydrates were related to cold treatment at 10 degrees Celsius for 120 hours and without spraying. The maximum dry weight of the stem and the amount of anthocyanin were obtained after 10°C cold for 120 hours and using benzyl adenine solution. In the second experiment, the plants were subjected to the interaction of cold treatment at five levels as described above and three supplemental light levels with an intensity of 120 micromol/m2/s including natural light (control) and supplemental light in blue and green spectrums. The highest number of leaves (8.33) was related to blue light spectrum treatment without cold stress treatment. The highest stem dry weight and chlorophyll a/b ratio was related to blue spectrum treatment after 10°C cold with a duration of 120 hours. The highest root fresh weight and dissolved carbohydrates in the natural light bed after treatment at 10°C with a duration of 120 hours were not observed. The highest amounts of total chlorophyll and carotenoids were observed in plants subjected to cold treatment at 5°C with a duration of 72 hours. The highest values of carotenoid and total chlorophyll between light spectrum treatments were related to blue light and control treatment, respectively. The highest amount of anthocyanin was related to the blue light spectrum treatment after 10°C cold with a duration of 72 hours. According to the obtained result, it is possible to introduce the blue spectrum complementary light treatment as the best treatment to increase the number of exfoliation and reduce the time required for exfoliation. It seems that the treatment of blue light and cold causes an increase in flowering in anthurium plants through phase change in the plant and disturbance in auxin transport.

Key words: Pajoosh, light spectrum, growth regulator, cold stress

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـــاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

College of Abouraihan

Inducing of suckers in Anthurium by interacting of cold treatments, growth regulators and light spectrum

By: Mohammad Inanloo

Under supervision (s) of

Dr. Shirin Dianati Daylami

Advisor (s)

Dr.Saadat Sarikhani

A thesis submitted to the graduate studies office in partial fulfillment of the requirements for the degree of M.Sc

In

HORTICULTURAL SCIENCE

February 2023

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.